DESIGN DE UM SISTEMA ESPACIAL DE ABRIGO

ANDRÉ FERNANDES DE ABREU E ALVES CHAVES

LICENCIADO EM ARQUITECTURA PELA FACULDADE DE ARQUITECTURA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA PARA SATISFAÇÃO PARCIAL DOS REQUISITOS DO GRAU DE MESTRE EM

DESIGN INDUSTRIAL

SETEMBRO DE 2011

ORIENTADOR:

PROFESSOR DOUTOR GONÇALO MIGUEL FURTADO CARDOSO LOPES,
FACULDADE DE ARQUITECTURA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

CO-ORIENTADOR:

PROFESSOR DOUTOR FERNANDO JORGE LINO ALVES,
FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ESTE TRABALHO FOI REDIGIDO COM BASE NO ANTIGO ACORDO ORTOGRÁFICO

À MEMÓRIA DA MINHA AVÓ
MARIA ALBERTINA MARTINS FERNANDES

"O VERDADEIRO CONHECIMENTO VEM DE DENTRO"

SÓCRATES (470-359 A.C.)
FILÓSOFO DA GRÉCIA ANTIGA

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS		i
RESUMO		ii
ABSTRACT		iii
RÉSUMÉ		iv
ÍNDICE DO TEXTO		v
ÍNDICE DE FIGURAS		vi
ÍNDICE DE QUADROS		ix
SIMBOLOGIA		x
1.	INTRODUÇÃO	1
2.	PARTE TEÓRICA – ENQUADRAMENTO	3
3.	PARTE PRÁTICA – RECOLHA	25
4.	PARTE PRÁTICA – EXPERIÊNCIA / CONCRETIZAÇÃO	62
5.	CONCLUSÃO	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		88

AGRADECIMENTOS

Entre as várias pessoas que contribuiram directa ou indirectamente neste trabalho gostaria de agradecer, em primeiro lugar, ao Professor Doutor Gonçalo Furtado pela sua disponibilidade na transmissão de conhecimentos e acompanhamento. Gostaria também de agradecer, em segundo lugar, ao Professor Doutor Jorge Lino pelo seu acompanhamento e disponibilidade na transmissão de conhecimentos referente aos temas escolhidos para esta tese, muitos deles novos relativamente à minha área de formação base, bem como por todo o apoio dado na permissão de aceder aos meios, recursos humanos e instalações do INEGI.

Os meus agradecimentos são também indicados em todas as pessoas que intervieram com pequenas contribuições neste trabalho, desde alunos ou antigos alunos da Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto a colegas de curso do Mestrado em Design Industrial.

A informação quantitativa referenciada na parte de recolha foi obtida pelas publicações bibliográficas, entre outras, de Michael Ashby da Universidade de Cambridge (ver referências bibliográficas) e pelo seu programa informático de selecção de materiais "CES edupack 2009" da empresa "Granta design". Essa informação foi posteriormente tratada, nomeadamente na determinação de valores de referência numa escala de três níveis.

A informação qualitativa estudada teve grande influência da teoria da gramática da forma, obtida através de publicações de autores como George Stiny do Massachusetts Institute of Technology.

Os temas escolhidos para esta tese advieram não só da minha experiência de vida pessoal, como também sobretudo das pessoas com quem contactei durante a mesma. Dessa forma dedico um especial agradecimento a todas essas pessoas que influenciaram indirectamente este estudo, bem como aos orientadores pelas pessoas, recursos e meios que disponibilizaram.

RESUMO

Este estudo tem por "objecto" o design de um sistema espacial de abrigo, usando resíduos de construções civis e materiais naturais, com o "objectivo" de servir situações temporárias de abrigo de emergência.

A "estrutura" é composta por vários capítulos. O primeiro capítulo englobou a pesquisa teórica de vários aspectos relacionados com o tema. Tal incluiu um levantamento de carácter histórico e um levantamento de variados conceitos sócio-artisticos e requisitos arquitectónicos.

O segundo capítulo sucede a pesquisa teórica realizada, e compreende uma análise prática, recolhendo numa primeira fase elementos qualitativos e características técnicas quantitativas necessárias ao projecto e manufactura, e numa segunda fase procedeu-se à definição experimental de um hipotético projecto de design.

A conclusão revê o conhecimento produzido, e refere o processo taxonómico que está na base da definição de um sistema espacial de abrigo usando recursos locais, baseado na combinação de um objecto (componente) universal de módulo com $1m^2$, permitindo qualquer configuração espacial.

ABSTRACT

This study is an "object" design of a system of shelter space, using waste from building sites and natural materials, with the "objective" conditions of service of temporary emergency shelter.

The "structure" consists of several chapters. The first chapter covers the theoretical research of various aspects related to the subject. This included a survey of historic character and a survey of various concepts socio-artistic and architectural requirements.

The second section applies the theoretical research conducted, and includes a practical analysis, initially collecting qualitative information, quantitative and technical characteristics necessary for the design and manufacturing, and in a second step involved the definition of a hypothetical experimental design project.

The conclusion reviews the knowledge produced, and taxonomic refers to the process that underlies the definition of a spatial system of shelter using local resources, based on a combination of object (component) $1m^2$ universal module, allowing any spatial configuration.

RÉSUMÉ

Cette étude est un «objet» de conception d'un système d'espace de refuge, en utilisant les déchets de chantiers de construction et des matériaux naturels, avec les conditions «objectives» du service d'hébergement d'urgence temporaire.

La "structure" se compose de plusieurs chapitres. Le premier chapitre porte sur la recherche théorique sur les divers aspects liés à l'objet. Cela comprenait une enquête de caractère historique et une enquête sur les différents concepts socio-artistique et les exigences architecturales.

La seconde section applique la recherche théorique effectuée, et comprend une analyse pratique, d'abord recueillir des informations qualitatives, quantitatives et les caractéristiques techniques nécessaires à la conception et la fabrication, et dans une seconde étape consistait à la définition d'un projet de conception expérimentale hypothétique.

La conclusion passe en revue les connaissances produites, et taxonomiques se réfère au processus qui sous-tend la définition d'un système spatial d'un abri en utilisant les ressources locales, basé sur une combinaison de l'objet (composant) $1m^2$ module universel, permettant une configuration spatiale.

ÍNDICE DO TEXTO

1. INTRODUÇÃO 1
   1.1. ENQUADRAMENTO 2
   1.2. OBJECTO E OBJECTIVO 2
   1.3. METODOLOGIA E ESTRUTURA 2

2. PARTE TEÓRICA – ENQUADRAMENTO 3
2.1. INTRODUÇÃO:SISTEMATIZAÇÃO, GRAMÁTICA DA FORMA E BRICOLAGE 4
2.2. PROJECTO 14
   2.2.1. ABRIGOS: CONCEITO / TIPOLOGIA 18
   2.2.2. COMPONENTES: ESPAÇO ARQUITECTÓNICO 21
2.3. MANUFACTURA 21
   2.3.1. MATERIAIS 21
   2.3.2. TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO 22

3. PARTE PRÁTICA – RECOLHA 25
3.1. INVESTIGAÇÃO GERAL 26
3.2. PROJECTO 29
   3.2.1. COMPONENTES 29
   3.2.2. MODELAÇÃO 40
3.3. MANUFACTURA 44
   3.3.1. MATERIAIS 44
   3.3.2.. TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO 53

4. PARTE PRÁTICA – EXPERIÊNCIA / CONCRETIZAÇÃO 62
4.1. INTRODUÇÃO 63
4.2. PROJECTO 65
   4.2.1. COMPONENTES 65
   4.2.2. MODELAÇÃO 68
4.3. MANUFACTURA 71
   4.3.1. MATERIAIS 71
   4.3.2. TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO 74

5. CONCLUSÃO 81

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 88

ÍNDICE DE FIGURAS

1. INTRODUÇÃO

2. PARTE TEÓRICA – ENQUADRAMENTO

Figura 2.1.	Identificação dos componentes de estudo a tratar ao longo do presente trabalho	13
Figura 2.2.	Legenda com as características para recolha de materiais	22
Figura 2.3.	Legenda com as características para recolha de tecnologias de produção	24

3. PARTE PRÁTICA – RECOLHA

Figura 3.1.	Componentes usados como processos operativos para uma sequência de componentes (de texto, diagrama e forma) a serem representados (e estudados) através de diagramas taxonómicos.	27
Figura 3.2.	Componentes de vocabulário formal obtidos por influência da gramática da forma.	30
Figura 3.3.	Combinação de componentes de vocabulário formal, obtidos por influência da gramática da forma.	31
Figura 3.4.	Síntese taxonómica que justifica, diagramáticamente, a obtenção das formas possíveis, aplicáveis a objectos e espaços, através do recurso aos articuladores metodológicos para a sequência operativa descrita na figura 3.1.	36
Figura 3.5.	Estabelecimento das proporções relativas aos usos a serem estabelecidos no sistema de abrigo.	36
Figura 3.6.	Áreas com usos diferentes a serem utilizadas no design de sistema espacial de abrigo	38
Figura 3.7.	Síntese sistemática taxonómica para obtenção de áreas espaciais do abrigo	37
Figura 3.8.	Legenda com as características para recolha de materiais.	39
Figura 3.9.	Modos de união entre componentes para utilização em assemblagem ou afins.	39
Figura 3.10.	Recolha de componentes de modelação para o design do sistema espacial de abrigo.	41
Figura 3.11.	Recolha de componentes de modelação para a relação entre interior e exterior.	41
Figura 3.12.	Recolha de componentes de modelação para a configuração programática (áreas de actividade) do abrigo, definidas pelo número de pessoas a habitar.	41
Figura 3.13.	Sistematização da recolha de materiais segundo o seu modo construtivo para o Design de um sistema espacial de abrigo.	43
Figura 3.14.	Recolha de características de componentes de materiais cerâmicos.	45
Figura 3.15.	Recolha de características de componentes de materiais metálicos.	45
Figura 3.16.	Recolha de características de componentes de materiais poliméricos.	46
Figura 3.17.	Recolha de características de componentes de materiais naturais.	46
Figura 3.18.	Recolha de características de componentes de materiais compostos.	46
Figura 3.19.	Sistematização da recolha de materiais segundo o seu modo de aplicação na manufactura da massa para o design de um sistema espacial de abrigo.	47

Figura 3.20.	Taxonomia de síntese de selecção de materiais cerâmicos segundo as características mais aptas para a manufactura de um sistema espacial de abrigo.	49
Figura 3.21.	Taxonomia de síntese de selecção de materiais metálicos e naturais segundo as características mais aptas para a manufactura de um sistema espacial de abrigo.	50
Figura 3.22.	Taxonomia de síntese de selecção de materiais poliméricos segundo as características mais aptas para a manufactura de um sistema espacial de abrigo.	51
Figura 3.20+3.21+3.22.	Taxonomia de síntese de selecção geral de materiais segundo as características mais aptas para a manufactura de um sistema espacial de abrigo.	52
Figura 3.23.	Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com modelação por fundição.	53
Figura 3.24.	Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com modelação de compósitos.	54
Figura 3.25.	Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com modelação por deformação.	54
Figura 3.26.	Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com modelação por maquinagem.	54
Figura 3.27.	Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com Processos para fabrico de compósito.	55
Figura 3.28.	Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com modelação por fabrico aditivo.	55
Figura 3.29.	Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com Técnicas usadas na construção civil usual.	55
Figura 3.30.	Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com técnicas usadas na construção civil vernacular.	56
Figura 3.31.	Recolha de componentes de formas possíveis de obter através das principais tecnologias de produção.	56
Figura 3.32	Taxonomia de síntese de selecção de tecnologias de produção segundo as características mais aptas para a manufactura do sistema espacial de abrigo (1 de 3).	58
Figura 3.33.	Taxonomia de síntese de selecção de tecnologias de produção segundo as características mais aptas para a manufactura do sistema espacial de abrigo (2 de 3).	59
Figura 3.34.	Taxonomia de síntese de selecção de tecnologias de produção segundo as características mais aptas para a manufactura do sistema espacial de abrigo (3 de 3).	60
Figura 3.32+3.33+3.34.	Taxonomia de síntese de selecção de tecnologias de produção segundo as características mais aptas para a manufactura do sistema espacial de abrigo (síntese de características).	61

4. PARTE PRÁTICA – EXPERIÊNCIA / CONCRETIZAÇÃO

Figura 4.1.	Projecto de design industrial (experimental) do componente arquitectónico a ser aplicado como objecto universal de combinação para a assemblagem de um sistema espacial de abrigo.	67
Figura 4.2.	Projecto de arquitectura (experimental) da modelação espacial a ser aplicada como espaço tipo, isto é como exemplo de solução da combinação de áreas (figura 3.7).	69
Figura 4.3.	Projecto de pormenorização construtiva (experimental) da modelação a ser aplicada como solução tipo na assemblagem e na união de componentes (impermeabilização da cobertura com PET).	70

Figura 4.4. Elementos usados para composição (experimental) da manufactura para formação de componentes de materiais. 72

Figura 4.5. Elementos usados para produção (experimental) da manufactura para formação de componentes de materiais. 73

Figura 4.6. Quantidades determinadas para a variável massa (em gramas) a nível das características de manufactura dos materiais. 75

Figura 4.7. Taxonomia de síntese de tecnologias de produção segundo a selecção da fase de recolha para a manufactura do sistema espacial de abrigo. 76

Figura 4.8. Taxonomia de síntese de selecção geral (experiência), qualitativa de materiais e tecnologias de produção, quantitativa da variável escolhida. 78

Figura 4.9. Axonometria perspectivada ilustrativa da produção do protótipo segundo um molde e contra molde em poliestireno expandido, com a introdução da massa e da estrutura do componente. 80

5. CONCLUSÃO

Figura 5.1. Mapa de conclusão do trabalho, segundo um diagrama taxonómico síntese de todo o processo de decomposição / recombinação. 83

Figura 5.2. Simulação de um sistema espacial de abrigo com componentes materializados com matriz de entulho (Me), aplicado a um contexto oriundo de uma situação de calamidade. 86

Figura 5.3. Simulação de um sistema espacial de abrigo com componentes materializados com matriz de madeira (Mv), aplicado a um contexto oriundo de uma situação de calamidade. 87

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1.1. Resultado das quantidades optimizadas, após uma série de experiências segundo a Variação de massa, volume e preço, com a relação entre matriz / ligante e entre molde / protótipo (componente final) 77

SIMBOLOGIA

SIGLAS

A.C.	Antes de Cristo
ARQT	Arquitecto
BIO	Materiais de origem biológica
CAD	Desenho assistido por computador (Computer Assisted Design)
CAD-CAM	Desenho assistido por computador com Manufactura assistida por computador (Computer Assisted Design + Computer Assisted Manufacture)
CAM	Manufactura assistida por computador (Computer Assisted Manufacture)
CNC	Controlo numérico por computador (Computer Numeric Control)
ENG	Engenheiro
ET AL	Designação para outros autores adicionais ao indicado
INEGI	Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial
MDI	Mestrado em Design Industrial (da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)
MIDI	Sequenciador de sons musicais (samples) por computador (Musical Instrument Digital Interface)
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NO-OIL	Materiais biodegradáveis
NT	Nota de tradução

LETRAS MAIÚSCULAS LATINAS

B	Dobra
C (Materiais)	Materiais Cerâmicos
C (Tec. Produção)	Forma circular prismática
Cm	Preço
D	Materiais Diferentes
E	Módulo de Elasticidade
F	Forma em folha
H	Forma vazada 3D
M	Materiais Metais
N (Materiais)	Materiais Naturais
N (Tec. Produção)	Forma não circular prismática
P (Materiais)	Materiais Polímeros

P (União)	Descamação
S (Tec. Produção)	Forma sólida 3D
S (União)	Sobreposição
T	Torção
Tm	Temperatura de Fusão

LETRAS GREGAS

λ	Condutibilidade térmica
ρ	Densidade

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

O presente trabalho na área do design industrial aborda o "tema" do abrigo para responder a situações de emergência. Tais situações ocorrem tanto em países subdesenvolvidos como desenvolvidos, advindo tanto de carências socioeconómicas como de calamidades naturais. O trabalho visa o design de um sistema espacial de abrigo, assim como o processo operativo que permita implementa-lo com facilidade.

1.2. OBJECTO E OBJECTIVO

O "objecto" do trabalho é a concepção de um sistema espacial de abrigo assim como dos componentes arquitectónicos que o compõem.

O "objectivo" é obter uma instalação de abrigo versátil, mediante a utilização de resíduos domésticos e materiais naturais, que possa ser usado no contexto de acção social e emergência.

1.3. METODOLOGIA E ESTRUTURA

O trabalho estrutura-se em três partes, a primeira parte é de âmbito teórico, a segunda de âmbito prático de recolha e a terceira de âmbito experimental e projectual. Na parte teórica pesquisam-se matérias relacionadas com o objecto / objectivo do trabalho, nomeadamente teorias relacionadas com o design de sistemas espaciais de abrigo. Na segunda parte recolhe-se matérias necessárias à solução a conceber, nomeadamente aspectos de projecto e manufactura, definindo-se componentes operáveis numa linguagem taxonómica. Na última parte, experimental e projectual, testou-se a referida linguagem da solução, optimizando e definindo especificamente o projecto e a manufactura do sistema espacial de abrigo sobre o ponto de vista do design.

Metodologicamente, o período inicial ficou marcado por uma abordagem mais empírica, e o período final compreendeu a experimentação assim como a redacção da tese. A abordagem utilizada foi sobretudo qualitativa, embora pontualmente se tenha cruzado esta com uma abordagem e dados gerais quantitativos.

2. PARTE TEÓRICA - ENQUADRAMENTO

2.1. INTRODUÇÃO: SISTEMATIZAÇÃO, GRAMÁTICA DA FORMA E BRICOLAGE

Neste primeiro capítulo de parte teórica desenvolveu-se uma investigação com interesse em enquadrar a cultura teórica que marcou o trabalho, procurando enfatizar a sistematização, gramática da forma e bricolage no projecto de design. Revelam a relação teórica / prática assim como por explicar a ideia que caracterizou e marcou este trabalho de investigação sobre abrigos de emergência. O contexto histórico e cultural que confere relevância a este trabalho remonta sobretudo para a década de 60. Aí se deram tanto as denominadas revoltas sociais e ecológicas assim como a disseminação da utilização computacional que desencadeou o período pós-industrialização ou informacional. (Ascher, 2010, 13). Entre os factores históricos principais (1) que se pode referir incluem-se o activismo sociocultural pela igualdade de oportunidades, o individualismo, a consciência quanto aos desastres ecológicos e a necessidade de reciclagem.

O presente trabalho procurou utilizar tanto a abordagem artesanal como outras mais científico-tecnológicas na área do projecto de design industrial e afins. Autores como Lindon referem que o desenvolvimento das ciências sociais e sobretudo da computação permitiu passar de um estado artesanal para um técnico e científico (Lindon, 2004, 26). No entanto na realização deste trabalho procurou-se cruzar as duas abordagens, assim como a potencialidade da segunda no projecto de design e arquitectura que ainda se encontra muito centrado em abordagens meramente artísticas. Assim, procurou-se cruzar a potencialidade da dimensão do projecto de design, com a da ciência, nomeadamente enfatizando os processos de sistematização aquando da concepção do sistema espacial de abrigo.

O presente capítulo pretende rever e estabelecer bases teóricas para as posteriores partes práticas. Tal como considerou Gregotti, "a pesquisa teórica é o fundamento da acção" (2). É mediante a tentativa de fundamentação de uma “teoria” de projecto, que apoie ao

(1) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.22
(2) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.18

desenho formal, que se compreendem as suas operações e técnicas (“partes” constitutivas, “processos”, “tipos”, “materiais”, etc.) (3). Consideram-se “partes” e “materiais” como as formas conceptuais e tectónicas respectivamente, e os “processos” como a taxonomia de organização dessas formas. Tal “taxonomia” pode ser vista como denominador comum da diversidade de formas ou partes constituintes de um todo. Pretende-se pois obter um controlo do projecto formal, com base em operações e encadeamentos de “componentes” materiais ou informacionais, previamente usados e definidos. Tal teve como base na ideia de que tudo pode ser sistematizado e operado em termos de lógica, tanto a nível do projecto como a nível da manufactura.

Esta ideia de “sistematização” marcará a pesquisa efectuada nas partes práticas do trabalho. A ideia de sistematização é aqui entendida enquanto racionalização dos método de conceber, fazer e de produzir, no qual um conjunto de componentes com funções específicas no projecto é agrupado e subordinado a uma determinada ordem, constituindo um sistema (Tomé, 2006, 33). Refira-se que a denominada “teoria dos sistemas” surgiu no campo da biologia, complexificando-se e estendendo-se depois a outras disciplinas. Esta foi depois reforçada pela “Teoria da Informação” e cibernética, com apoio das possibilidades oferecidas pelo desenvolvimento de sistemas informáticos (Montaner, 2008, 10). Curiosamente já Kant definia a arquitectura como a arte de definir sistemas. Em termos históricos o conceito de “sistemas” surge com Bonnot Condillac no "Tratado dos sistemas" (1749), consolidando-se na década de 1960 em paralelo com o desenvolvimento de outras teorias gerais, como a psicologia da “Gestalt” que analisa os sistemas segundo a percepção das formas, ou com o “Estruturalismo” que tem as suas raízes na análise sistemática das línguas (Montaner, 2008, 7). Existiram diversos autores que abordaram estes temas. Niklas Luhmann (1927-1998) foi um dos autores que levou a teoria dos sistemas à sua maior operatividade. Considerou que sistemas e acção podem confluir numa única teoria, segundo a sociologia de Talcott Parsons. Abriu pois a possibilidade de síntese entre a sociologia da acção, tal como abordava Max Weber, e a sociologia dos sistemas organizativos, tal como abordava Émile Durkheim (Montaner, 2008, 10-11). No âmbito do design, o arquitecto e matemático Christopher Alexander realizou desde os anos 60 uma série de trabalhos que visavam quantificar cientificamente e estabelecer modelos quanto aos aspectos funcionais presentes na forma arquitectónica e na sua relação com o contexto. O processo de composição arquitectónica

(3) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.18

baseia-se numa articulação de partes, a que Alexander chamou de "padrões" (Alexander, 1980, 9). Para chegar a tal projecção final dos padrões (à construção de uma filosofia e linguagem do desenho), Alexander incursara nos campos da sociologia, psicologia, ecologia e antropologia. Foi considerado uma espécie de "Neufert ecologista"[4]. Mais, Alexander crê que cada indivíduo era capaz de sentir as relações no espaço e poderá ser capaz de inventar os seus próprios padrões (Montaner, 1999, 132-135). O conteúdo do livro de Alexander "O Modo intemporal de construir", descreve a essência fundamental dessa tarefa de fazer cidades e casas. Aí afirma que as cidades e edifícios não poderão afastar-se da vida, sendo o produto de todos os indivíduos que compõem a sociedade, e comportando esses indivíduos uma linguagem comum de padrões com o qual fazem tais edifícios (Alexander, 1980, 10). Tal pretendia ser o primeiro passo para um processo social em que as pessoas ganhariam consciência gradual das suas próprias linguagens de padrões e trabalhariam por melhorá-las. Cada cidadão deve embarcar de novo no mundo do edificado e no desenvolvimento da sua própria linguagem (Alexander, 1980, 12). Por outro lado é também interessante que os padrões de acontecimentos na sociedade estão sempre relacionados com determinados padrões geométricos existentes no espaço. Cada edifício e cada cidade surgem, em última estância, desses padrões de espaço (Alexander, 1981, 11). São padrões de acontecimentos do dia-a-dia que se encontram com certos padrões geométricos do espaço.

A referência à ideia de sistematização e linguagem de "padronização", inclui desde logo a própria ideia de linguagem, assim como a abordagem estruturalista e pós estruturalista.

Refira-se que o estudo sincrónico da "linguagem" como uso corrente, e a análise das suas partes constitutivas e inter-relações, foi estudado por Ferdinand de Sassure entre 1906 e 1911 (5). Sassure criou entre os conceitos de "significante" e "significado", cujas relações estruturais constituem o "signo" linguístico. Tão importante quanto estes dois componentes do signo é a ideia de que a linguagem é um sistema de termos interdependentes em que o valor de cada termo decorre exclusivamente da presença simultânea dos demais (6).

A reestruturação no pensamento cultural despoletado por este paradigma linguístico, levou também à dita cultura pós-moderna que muito afectou o design. Tais paradigmas foram influências cruciais desde a década de 60, acompanhando uma renovação do interesse pelo

(4) O nome de "Neufert" refere-se a uma publicação existente no campo da arquitectura que contém o dimensionamento de objectos e espaços necessários para a actividade de projecto (nota do autor).
(5) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.36
(6) Cit. por Nesbitt , K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.37

significado, simbolismo e sistematização nas disciplinas de design. Procedeu-se ao estudo do significado algo como transmitido pela linguagem, ideia que foi de imediato aplicado ao nível do design. Mediante analogia com a área da linguística, passou-se então a entender a linguagem como uma convenção, e às possibilidades do público leigo compreender os produtos de design (7). Em suma, a sistematização com base na "Semiótica" permitiu pois codificar sistemas e atender aos significados no design (8).

Interessa precisar que a Linguística em que se baseou a semiótica comporta vários conceitos operacionais necessários de enumerar. Desde logo "significação" é aquilo que uma coisa quer dizer, o valor, o sentido. O "significado" é a correspondência que o vocábulo de uma língua tem na outra. (i.e. língua A / ideias => língua B / forma). As questões são então se poderá haver significado na forma ou ela só existe no seu conteúdo? Que conteúdo é apropriado para o design? (9). Em certa forma, poderemos entender o "simbolismo" como a expressão ou interpretação por meio de símbolos, isto é, por meio de figuras ou imagens que representam à vista o que é puramente abstracto. A já referida Semiótica é a ciência dos signos, aqui entendida como modos de manufactura, de funcionamento e de recepção dos diferentes sistemas comunicacionais entre indivíduos ou colectividades. A "Semântica" por seu lado é o estudo das relações entre os signos e os seus referentes, isto é, uma parte da linguística que se dedica ao estudo das regras e dos princípios que regem a organização dos constituintes das frases. É neste conjunto de regras que regem a escrita de uma linguagem de programação como se procurou aplicar com analogia ao design (por exemplo, em termos de design, um morfema será o elemento mais básico e simples de uma linguagem formal). Por outro lado, a "Conotação" estuda a dependência que se nota entre duas ou mais coisas. A denotação consiste em mostrar, significar por meio de certos sinais.

Interessa agora referir que, ao longo da década de 60, desmultiplicaram-se as aplicações da teoria semiótica noutras disciplinas. Autores como Umberto Eco consideravam a Arquitectura como um sistema semiótico de significação. Em "Function and Sign: Semiotics of Architecture", Eco sustentou que os signos arquitecturais (ou morfemas, como se viu atrás) comunicam funções possíveis por intermédio de um sistema de convenções ou códigos. O uso literal ou a função programática seria o significado primário da arquitectura. Assim, na

(7) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.35
(8) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.64
(9) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.19

perspectiva de Eco os signos denotam funções primárias e conotam funções secundárias no âmbito do design (10).

Outra teoria que visou a sistematização das disciplinas de design foi o já referido "estruturalismo". O Estruturalismo consiste numa abordagem segundo a qual "pode-se dizer que a verdadeira natureza das coisas não está nas coisas em si, mas nas relações que construímos e depois percebemos entre elas" (o que se aproxima do conceito de "Taxonomia" que se utiliza neste trabalho). O mundo real é construído pela linguagem, a qual constitui uma estrutura de relações significativas entre signos arbitrários. Assim, os estruturalistas afirmam que os sistemas linguísticos contêm apenas diferenças, sem termos positivos (11). Em grande medida o Estruturalismo tomou a linguística como modelo, tentando desenvolver "gramáticas" - inventários sistemáticos de elementos e suas possibilidades de combinação - que explicam a forma e o significado das obras literárias (tal seria expandido para outros tipos de obras incluindo o design) (12). A análise de textos defendidos por autores como Roland Barthes permitiria depois transformar uma projectação moderno de criação (de um todo ou unidade) para uma projectação pós-moderna da criação de "um espaço multidimensional" ou "metodológico" (13). Por um lado, a obra textual estruturalista estava associada à estabilidade dos componentes do signo, um texto dito pós-estruturalista "reflete a dissolução contemporânea do signo e o movimento livre dos significantes" (14). Por outro lado, a teoria estruturalista analisa em suma sistemas segundo a sistematização das línguas (Montaner, 2008, 10), e a investigação estruturalista deu lugar à "pós-estruturalista". Esta foi marcada pela presença de múltiplos significantes na composição do signo, entre significante e significado. Estes dois passaram a ser separados, deixando de haver uma visão objectiva, em que o indivíduo está incluído como mero sujeito que discursa a linguagem (14). O paradigma pós-estruturalista pois levanta duas questões fundamentais no que diz respeito ao design "pós-moderno", a do estatuto do sujeito projectista e sua linguagem pessoal, e a do estatuto da convenção projectual histórica e sua representação, admitindo outras para além das ditadas pelo poder da elite cultural (15).

(10) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.37
(11) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.37
(12) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.38
(13) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.28
(14) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.38
(15) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.39

Outro autor conceituado que abordou a sistematização nas disciplinas de Arquitectura e design foi Aldo Rossi, que reconheceu em Kevin Lynch a inspiração para a sua tese de que a orientação espacial na cidade provém da experiência de certos episódios espaciais (como sejam os "monumentos"). Tal ideia de cidade é estruturalista, tomando-se esta legível pela repetição de componentes elementares (arquétipos), aos quais a memória colectiva dá sentido e que define a leitura poética da cidade para Rossi (16).

Para além da abordagem estruturalista e pós estruturalista, no âmbito do design, interessa agora fazer referência à "gramática da forma". A diversidade de abordagens teóricas sobre a sistematização do design enquanto disciplina formal permitiu conseguir dominar o modo como se experienciam os objectos e espaços, sobretudo sob o ponto de vista sensorial.

Uma das investigações mais potenciais nesta temática advém de um estudo matemático (nomeado como "cálculo da forma"), acerca do modo como o olhar constrói o modelo de um objecto mentalmente. George Stiny tenta percepcionar as formas geométricas através da influência da ideia de cálculo matemático, sem recurso a unidades ou símbolos (Stiny, 2006, 20). Entende a ideia de "calcular" como a matemática do design e como o corolário do design (Stiny, 2006, 14). Quando se calculam as formas geométricas o processo é simultaneamente mecânico e criativo, pois trata-se de um raciocínio humano que se despoleta pelo olhar. Calcular é entendido como uma combinação de símbolos de acordo com regras dadas, as quais descrevem como o ser humano pensa (Stiny, 2006, 16). Trata-se de um processo de descrição matemática que se desenrola com o olhar e com o raciocínio perante determinada realidade e em função do tempo.

Noam Chomsky por seu lado estudou a "gramática generativa", que se pode exemplificar pelo modo como as palavras se juntam para se constituírem frases (ideia que vai de encontro aos estudos de semiótica referidos atrás). Aqui, a criatividade surge no modo como um número limitado de regras se organiza para combinar palavras e gerar um número ilimitado de frases. Se se generalizar este pressuposto com um número limitado de regras, pode-se gerar um número infinito de coisas (Stiny, 2006, 17). Refira-se também que a "ambiguidade" das formas não constitui problema, porque o cérebro humano "calcula" a forma e reconstrói visualmente essa forma incompleta. Segundo Stiny as formas combinam-se para confundir o olhar e estimular a imaginação (Stiny, 2006, 5). Em analogia ao

(16) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.65

processamento do cérebro humano, os computadores conseguiram processar a ambiguidade (Stiny, 2006, 8). Em grande medida, se os designers trabalham, no seu processo criativo, com esquiços, desenhos e modelos, então eles não podem fazer mais do que aquilo que as formas possibilitam (Stiny, 2006, 6). Tal como os símbolos são dispositivos para a expressão verbal, as formas são dispositivos para a expressão visual (Stiny, 2006, 7).

Em termos gerais, a denominada "teoria da gramática da forma" aborda as formas como combinações de "partes" (bits) ou "regras" (rules), tanto a nível de visão como de desenho, no que respeita ao cálculo das formas (tal exemplifica-se, por exemplo, numa recta em que não se distingue por ser abordada como partes, o que está lá, ou por ser abordada como linha, uma propriedade geométrica). De facto ambos os conceitos incidem na forma enquanto construção matemática analítica (partes ou bits) ou construção matemática descritiva (regras ou rules). Do mesmo modo que a geometria analítica se baseia na álgebra, as "partes" também abordam a forma do mesmo modo. A geometria descritiva parte de métodos de construção geométrica que se assemelha a regras na abordagem da forma. George Stiny entende então que as formas são descombináveis aos constituintes (17) elementares de ordem mais baixa para as combinar novamente, tal como as frases se desdobram em palavras (Stiny, 2006, 21). As formas são geométricas e "desintegradas" (Stiny, 2006, 26) ou descombinadas (18) em componentes com base num critério de detalhe. Isto é, a formação das geometrias dos componentes varia em termos dimensionais segundo o grau de precisão no detalhe. Um baixo grau de detalhe corresponde a componentes de dimensões próximas da forma original e um alto grau de detalhe corresponde a componentes de dimensões mais pequenas e com maior rigor de proximidade à forma original. Quanto ao cálculo da forma esse consiste na combinação de símbolos de acordo com regras dadas. Como exemplo tome-se a combinação do elemento "<" com o elemento ">", que poderá ser "<>" ou "<<>>", etc. Refira-se que Minsky (Stiny, 2006, 17) tentou conciliar o cálculo da forma através de operações informáticas no MIT, mas nunca se conseguiu chegar a resultados viáveis. No entanto, o cálculo da forma aproximou-se da gramática generativa de Chomsky (Stiny, 2006, 17) para se estudar a linguagem verbal. A relação entre ambas as abordagens reside na assumpção de limitadas regras gramaticais que, combinadas entre si, resultam num infinito

(17) Refira-se que, no presente trabalho, a ideia de "componente" consiste em coisas físicas e não em aspectos de âmbito mais geral do design, como se estudou no presente trabalho (nota do autor).
(18) Termo que usaremos no presente trabalho.

número de resultados. Assim, o cálculo da forma efectua-se por blocos de formas, como cubos, cilindros, etc. (Stiny, 2006, 18).

Após fazermos referência à sistematização estruturalista, e à gramática da forma, interessa arrancar para o design contemporâneo. O conhecido pedagogo Friedrich Fröbel é referência como um criador de jogos de formas para crianças que muito se assemelham com aos blocos de formas usadas no cálculo da forma. Frequentemente esta confunde o olhar e estimula a imaginação. Alexander alerta que as linguagens de que se dispõe hoje estão tão fragmentadas e tão longe de considerações humanas e naturais que quase deixamos de ter uma linguagem com que falar (Alexander, 1980, 12); (o que vai ao encontro às teorias pós-modernas que caracterizam a cultura contemporânea pela diversidade cultural, existente em segmentos distintos de pessoas e não forçosamente hegemónicos).

Neste reconhecimento de "bricolage" contemporâneo, interessa observar como a actual informação digital se diferencia da analógica, no sentido que se torna imaterial, residindo ao nível da "estrutura lógica" (Liu & Lim, 2009, 10). É possível estabelecer uma analogia interessante deste fenómeno com a arquitectura, nomeadamente quanto ao cheio e vazio presente em qualquer composição arquitectónica. E, mais recentemente, tem-se mesmo falado de uma "arquitectura digital", a qual existe virtualmente ao nível dos zeros e uns, uma existência de código binário que parte da adição, subtracção, cópias, etc.

Por outro lado está também em desenvolvimento a "digitalização" da própria arquitectura, identificando-se já segundo Liu e Lim quatro fases e factores digitais envolvidos nessa tectónica: movimento, informação, generação e fabricação (Liu & Lim, 2009, 100). Tal como estes autores afirmaram, "a exploração dos espaços virtuais mediatiza agora a construção dos espaços físicos, e os espaços físicos podem ter números indefinidos de equivalentes virtuais" (Liu & Lim, 2009, 12). Inclusive o "projecto" e a "manufactura" podem ser completamente computacionais e digitalizados. A ideia é contornar a resistência de materialização, no que respeita aos seus custos, à mão-de-obra e das operações de transformação ocorridos no processamento que medeia entre a fase de concepção e a de produção. A revolução digital está pois a mudar todo o projecto e a manufactura arquitectónica (Liu & Lim, 2009, 14). Neste sentido, pode-se assistir actualmente à substituição do artesão (que concebe e produz objectos com base em recursos e manufacturas locais), para uma nova estirpe de profissionais que usam tanto recursos locais assim como as

manufacturas digitais. Também a localização do designer deixa de ser importante dado que, independentemente dessa, ele poderá realizar todos os seus trabalhos através da "computação" e da "teleactividade". Em grande medida, tanto o projecto como a manufactura passam a ser globais, e apenas a "assemblagem" se realiza localmente (Liu, 2009, 16).

A "internacionalização" da sociedade e do design não deve ocultar, no entanto, outros aspectos como os recursos locais e a sustentabilidade. O sistema económico em que vivemos tem sido quem progressivamente suporta as propostas alterações na relação entre recursos materiais, energéticos e humanos. O impacto da manufactura industrial sobre o ecosistema também aumenta simultaneamente e exponencialmente. Tal implica a necessária revisão dos conceitos de crescimento, atendendo às associadas consequências ambientais. Reconhece-se que tal revisão teve início nos anos 70, assumindo dimensões globais em particular com o relatório "The limits to growth" de Meadows, Randers e Behrens (1972). A partir da década de 90, a vinculação da temática ambiental e a manufactura industrial acentuou-se após as discussões de foro politico e normativo dos anos 80 (Barbero, 2009, 10).

Neste estudo procuramos atender à ideia de utilizar os recursos mais adequados a um objecto e à sua função em vez de meramente pretender satisfazer o mercado, assim como utilizar formas e materiais de sempre. As vantagens da utilização de um único material são muitas, uma vez que projectar para um só material significa simplificar não só o processo de manufactura como também o da reciclagem no fim da vida do objecto.

Considerando os custos ambientais de extracção, transformação e eliminação dos recursos naturais, o denominado "ecodesign" orienta-se hoje geralmente para a utilização de materiais "bio", que englobam não só os materiais naturais mas também os derivados de produtos naturais (como por exemplo, os plásticos biodegradáveis "no-oil", produzidos com amido de milho ou de batata, etc.) (Barbero, 2009, 22). Quanto à "reciclagem" essa inclui inúmeras subcategorias, das quais as mais conhecidas são a reciclagem em cascata, a reciclagem pós-consumo e a reciclagem pré-consumo. A primeira consiste na recuperação de materiais para usos sempre mais simplificados do que os originais, contemplando as perdas de qualidades estruturais e químicas que a transformação comporta. A reciclagem pós-consumo, que é a mais conhecida, prevê a transformação dos materiais ou de partes do produto em final de vida, depois de uma recolha diferenciada. Mais teórica e menos conhecida é a reciclagem pré-consumo, a qual atende desde logo à necessidade efectiva de um produto que se pretende introduzir no mercado. Se os resultados não forem satisfatórios, entra em acção a chamada

pré-reciclagem, ou seja, cancela-se a manufactura, evitando à priori o desperdício de recursos naturais (Barbero, 2009, 24).

Aquilo que caracteriza o tema Ecodesign é pois uma capacidade imaginativa perspicaz na busca de sistemas, tecnologias e estratégias de manufactura alternativas. Em comparação com a manufactura industrial convencional, o Ecodesign, tal como o design de um modo geral, avalia antecipadamente o resultado desejado em todos os seus aspectos e para a duração total do produto. Ou seja, o uso que dele se fará, a necessidade que determinou a sua ideação, o mercado a que se destinará, os custos e as possibilidades de execução (Barbero, 2009, 12). No presente trabalho tivemos em atenção esta postura tanto de sistematizar a partir da influência da gramática da forma, como também de traduzir e cruzar a abordagem artesanal e tecnológica com os processos sistemáticos a estudar.

O presente estudo desenvolveu-se focando, numa primeira fase, três aspectos de investigação, projecto e manufactura, relativamente a vários componentes:



Fig. 2.1 - Identificação dos componentes de estudo a tratar ao longo do presente trabalho.

Numa segunda fase de trabalho consideraram-se combinações destes componentes (potenciais) de modo a obterem-se várias funções e possíveis soluções, determinando-se na definição de sistemas espaciais de abrigo (a título de curiosidade refere-se que a sua organização pode ser descrita segundo uma árvore taxonómica, a qual dá conta das opções estabelecidas durante o processo de investigação. Devido ao grande número de opções que surgem das combinações possíveis, foram identificados alguns modos gerais possíveis para identificar tipologias dominantes).

Este capítulo pretendeu abordar conceitos e teorias gerais propedêuticas para a parte prática de "recolha" e a "experimental", com interesse em reflectir sobre (antes de se ter passado ao desenho propriamente dito) em que consiste o conceito e tipos de "abrigos" (2.2.1) e a ideia de "espaço arquitectónico" definido por componentes (2.2.2)

2.2.1. ABRIGOS: CONCEITO / TIPOLOGIA

A primeira pergunta que se deparou foi qual o conceito / tipologia para o "abrigo".

Tal levou-nos desde logo a uma pesquisa teórica na ideia de habitar e de abrigo. Desde logo, a ideia de "arquitectura" define-se pelo delimitar de um espaço ou de um uso com vista a albergar uma actividade humana. Tal definição opera-se pela geometria e design da forma do espaço. Esta decorre, por exemplo, das relações estabelecidas entre planos que descrevem as fronteiras de um volume (Ching, 1998, 22).

Em termos históricos o espaço arquitectónico teve origem no momento em que a humanidade abandonou as cavernas e construiu abrigos (Fujimoto, 2009, 8). Tal significou uma independência face à natureza e a criação de uma ordem estável. Particularmente importante para o design espacial são as fronteiras que separam o interior do exterior. Arquitectos como Fujimoto estão inspirados nas ciências naturais (Fujimoto, 2009, 10). Neste sentido, arquitectos contemporâneos como Tadao Ando continuam a ver a habitação como um lugar onde as pessoas e a natureza se confrontam (19). Do ponto de vista teórico, autores como Christian Norberg-Schulz interpretaram o conceito Heideggeriano (20) de habitar (falar em estar em paz num lugar protegido), defendendo o potencial do design para dar suporte à experiência humana do "habitar". Nas suas palavras, o objectivo primordial da arquitectura,

(19) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.58
(20) Refere-se às ideias de Martin Heidegger que desenvolveu estudos da temática da existência, ou seja sobre tudo o que é considerado real (nota do autor).

portanto, é fazer um mundo visível; ela o faz como uma "coisa", e o mundo que ela torna presente consiste naquilo que ela reúne. No seu livro "Intenções na arquitectura" (21) o autor revela um interesse pela experiência de coisas concretas. Por essa razão é muito citado como o principal defensor de uma fenomenologia da arquitectura que se preocupa com a "concretização do espaço existencial" mediante a definição de "lugares". O carácter tectónico da arquitectura tem nisso um papel, concretamente porque "explica o ambiente e exprime o seu carácter" (Schulz, 1998, 25). Schulz afirma que "é responsabilidade do arquitecto descobrir o "genius loci" (22) e fazer projectos de um modo tal (i.e. criar os "lugares") que dê conta dessa presença singular (…) a intervenção do homem para intensificar os atributos naturais da situação local" (23). Precise-se que as teorias do "lugar" originam-se na Fenomenologia e Geografia Física. Enfatizam a especificidade da experiência espacial e, em alguns casos, a ideia do "genius loci" (esta posição resiste ao relativismo das teorias modernas pela atribuição de valor ao objecto pelas sua relação com as qualidades de um sítio). Certo é que muitos designers contemporâneos valorizam a relação do homem com a natureza, reflectindo o pensamento de Heidegger (23).

A concepção de um abrigo na natureza, entendendo-se como "o outro" da cultura, é um tema presente no pensamento ocidental. Por exemplo, a ideia do homem atacar contra uma natureza ameaçadora caracterizava já as ideias Iluministas acerca do "sublime" (24). As teorias do lugar fornecem um modo de resistir ao sítio. Schulz entende a intervenção do homem como intensificação dos atributos de uma situação natural local. Gregotti, por seu lado, considera que criar um lugar é o acto primordial do design espacial, e o assentar de uma pedra num local transforma esse lugar em arquitectura (25). Na sua opinião, a arquitectura é constituída por relações estruturais (diferenças) no ambiente espacial, sendo compreendida pela presença desta estrutura como linguagem. Assim a ênfase na mesuração de relações sobrepõe-se à presença de objectos isolados (26) na hora de ler a arquitectura (27).

---

(21) Christian Norberg Schulz (1998) "Intenciones en arquitectura", Ggili, Barcelona.
(22) O conceito de genius loci foi introduzido na cultura de design por Schulz. O espírito do lugar significa a interpretação sensorial de cada indivíduo sobre um território natural, com a intervenção consequente de construções assentes em determinadas configurações espaciais ou objectuais baseadas nessa interpretação (nota do autor).
(23) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.57
(24) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.56
(25) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.57
(26) Como exemplo desta ideia tem-se o conceito de Minimalismo no qual os objectos são colocados num campo horizontal e livre de interferências físicas (nota do autor).
(27) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.58

Hoje cada pessoa constrói a sua constelação de lugares (materiais e não materiais) para definir múltiplos territórios pessoais. A universalidade de habitats na contemporaneidade reflecte a diversidade de formas de vida, e com a fragmentação da "globalização", o território há muito constitui relações dinâmicas, assim como urbanas e experiências simultâneas, num território em expansão (Echavarría, 2008, 29). Estas ideias permitiram ter em consideração a definição espacial (arquitectura) e objectual (design industrial) do abrigo, como resultado de uma combinação de componentes arquitectónicos definido no capítulo 4, com base na recolha de componentes no capítulo 3.

Após esta procura de definir sobre o que consiste um "abrigo", assim como a séria relação fenomenológica com as condições naturais, interessa agora procurarmos responder à história dos abrigos. Esta pode ser sintetizada em termos de tipologias, segundo os períodos históricos da arquitectura.

Os abrigos do Paleolítico caracterizaram-se enquanto cavidades naturais ou refúgio (feito de peles sobre estruturas simples de madeira). Os abrigos do Neolítico caracterizaram-se por formarem complexos maiores, possuindo formas mais regulares, que se associaram em agrupamentos de maior dimensão.

Os abrigos da fase histórica Mesoptânica caracterizaram-se enquanto habitações que possuíam um vazio (pátio central) ao redor do qual se dispunham compartimentos (o pátio era o espaço que mais se abria ao exterior, mesmo comparado com o reduzido espaço público de circulação). Neste período surgem os primeiros conjuntos urbanos, nomeadamente atendendo-se de espaço público e espaço privado separados pela fronteira duma parede.

Os abrigos na fase histórica Antigo Egipto caracterizaram-se enquanto habitações compactas, integrando apenas os compartimentos necessários para viver. Os compartimentos eram dispostos num lote estreito e profundo em relação ao espaço público, eliminando-se o pátio (do período anterior), o que permitiu optimizar a economia de espaço no ambiente urbano.

Os abrigos na fase histórica da Antiguidade Clássica (Grega e Romana) caracterizaram-se enquanto habitações com mais de um piso, o que permitiu aumentar a capacidade habitacional do lote. As habitações passaram a ser plurifamiliares, com existência de lajes de piso a separar os vários níveis verticais, e possuindo escadas a efectuar a ligação entre eles. O pátio volta a ser utilizado enquanto espaço privado para a obtenção de luz e ar

para as habitações colectivas. Neste período ocorre o crescimento em altura das habitações, aplicando desenvolvimentos tecnológicos ao nível dos sistemas estruturais em altura.

Os abrigos na fase histórica Muçulmana caracterizaram-se enquanto habitações com características sintetizadas dos períodos anteriores (a existência de pátio, a proximidade entre o espaço privado e público, a economia de espaço e a construção em altura com vários pisos), acrescentando-se o facto de servirem modos de habitar melhor adaptados a climas com grandes amplitudes térmicas. Neste é também importante o modo como se habita o espaço, usando sobretudo os compartimentos superiores de manhã, e os compartimentos inferiores semi-enterrados à tarde.

Os abrigos na fase histórica da Idade Moderna caracterizaram-se enquanto habitações marcadas pelos desenvolvimentos cultural e tecnológico do Renascimento e Iluminismo. As habitações passaram a ser mais sistematizadas, nas formas e linguagens, o que levou a soluções de apurada racionalidade que expressa a revalorização da estética clássica e da nova cultura do método científico.

Os abrigos na fase histórica do Modernismo caracterizaram-se enquanto expressão das inovações no desenvolvimento científico. As habitações foram consideradas "máquinas de habitar" (28), despojadas de ornamentação respondendo às condições mínimas de habitabilidade. Este período expressa uma revolução sociocultural baseado na ruptura com as ideias do passado, expressando o desenvolvimento científico inédito de então.

Os abrigos na fase histórica do Pós-Modernismo caracterizaram-se enquanto manifestação da cultura popular e erudita e a assunção dos novos paradigmas filosóficos e científicos emergentes contemporaneamente. As habitações passaram a ser complexas em termos de concepção e de produção, com recurso a todas as áreas do conhecimento, o que se manifestou formal e materialmente. A redutora ideia de síntese é substituída pelas ideias de complexidade e contradição (29).

Após esta incursão Histórica, refira-se agora que a definição formal de um projecto (da habitação por exemplo) assenta, essencialmente, em três temas (NESBITT, 2006, 51): a) o tipo; b) a função; c) a tectónica. A analogia relembra a tríade Vitruviana. O "tipo" é a estrutura da forma, um princípio que pressupõem uma infinita variação formal e que

(28) Expressão de Le Corbusier publicada no seu livro "Vers une architecture" publicado na década de 20 do século XX (nota do autor).
(29) Este conceito foi enunciado por Robert Venturi no seu livro "Complexidade e Contradição em Arquitectura", publicado na década de 60 do século XX (nota do autor).

transforma a essência do projecto num modelo físico. A "função" é vista como algo racional e científico para a cultura moderna (30). A "tectónica" remete para a distinção entre a construção banal e aquela que pode ser chamada arquitectura (31).

Refira-se que a concepção geométrica formal pode inclusive operar efeitos de percepção visual. Para o já referido George Stiny a descrição da forma parte da determinação de componentes de ordem menor mediante a redução da forma a elementos mínimos que sejam perceptíveis pela mente humana (Stiny, 2006, 21).

Em nosso entender refira-se que apesar do seu interesse histórico muitas metodologias de projecto do passado baseiam-se em teorias que não se coadunam com o presente. A concepção do espaço é hoje programado por computador e os constrangimentos de tamanhos, geometrias e de limite técnico tornam-se menos relevantes. Por outro lado a materialidade da arquitectura começa não só a ser programada computacionalmente, como ela própria a integrar a electrónica. A relação entre projecto, manufactura e uso é hoje distinta. O material apropria-se do digital e o digital enfatiza o material (Liu et al., 2009, 12). A distinção entre realização material e realização digital e electrónica começa a ser mais relevante, a Arquitectura passará a ser realizada meramente por computador (Liu et al., 2009, 13).

2.2.2. COMPONENTES: ESPAÇO ARQUITECTÓNICO

A segunda questão que se deparou foi quais os componentes com que se formula um abrigo espacial.

A ideia de "componente" em objectos de design, é algo que tem analogia com o mundo cultural e cognitivo. Tal como Alexander afirmou, se existem padrões na realidade aplicáveis ao nível do projecto de arquitectura (Alexander, 1976), também os "componentes" são entendidos neste trabalho como sendo elementos matemáticos (i.e. abstractos). Os componentes são equacionados numa linguagem, com base em conceitos formais, segundo faseamentos de projecto e manufactura. No entanto as ideias e as materializações formais são vistas como equivalentes na hora de definir os componentes, isto é, tratam-se de códigos que são sistematizados taxonomicamente segundo parâmetros matemáticos.

(30) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.52
(31) Cit. por Nesbitt, K. - Uma nova agenda para a arquitectura, p.51

Em 1951, Gottfried Semper dividiu a arquitectura em quatro elementos, decompostos no seu método de construção: terraplanagem, núcleo, estrutura, cobertura e membrana envolvente. A articulação destes elementos era a preocupação principal do arquitecto (Liu, 2009, 20).

Atende-se que a arquitectura tradicional assegura em simultâneo projecto e manufactura do edifício no próprio local, usando materiais e tecnologias de produção advindas da economia local. Historicamente, com a complexificação e divisão do trabalho, acarretou uma distinção entre artesãos e arquitectos (tornando-se os segundos independentes do local da obra), e os materiais passaram a ser componentes disponíveis no mercado, em vez de serem criados artesanalmente em obra (Liu, 2009, 15). O projecto e a manufactura de componentes passaram a ser algo global e, posteriormente, assemblados localmente (Liu, 2009, 16). O arquitecto contemporâneo (considerado como o designer de espaços) corresponde à passagem do papel desempenhado pelo "tekton", ao papel do construtor mestre ou "architekton" (Frampton, 1999, 15). Entre 1893 e 1914, Schmarsow identificou o “espaço” como princípio condutor de toda a forma arquitectónica, o que coincidiu com os modelos de espaço-tempo de Albert Einstein (Frampton, 1999, 12). Apesar da privacidade característica da sociedade moderna, a arquitectura tende a favorecer um espaço de aparição pública mais do que o enclausuramento e a privacidade do "domus". Simultaneamente, este tem tanto a ver com a construção de um lugar como com o espaço e a forma.

Por outro lado o espaço e a sua vivencia têm também a ver com a passagem do tempo. Os edifícios são espaços delimitados por definição. Os edifícios são desde logo atravessados pelos fluxos de energia e fluidos. Por outro lado, os edifícios são também espaços esvaziados e que tem a sua própria vida. Algumas experiências contemporâneas visam mesmo uma arquitectura mutável e evolutiva. A arquitectura, material ou electrónica, pode ser criada à semelhança da estrutura de uma pauta musical, em que diferentes artistas com diferentes instrumentos criam um produto final. Neste caso da música é um concerto, e no caso da arquitectura será um espaço (Liu, 2009, 13). Estando os vários componentes e equipamentos disponíveis poderão ser assemblados em qualquer lugar (Liu, 2009, 12).

Refiram-se os actuais softwares de CAD para arquitectura apoiam a ideia da construção por componentes, segundo um sistema de propriedades por sintaxe e vocabulário industrial. O CAD torna-se ferramenta central do designer, associando-se às novas potencialidades da CAM (Liu, 2009, 14) (por exemplo o software de modelação de sólidos

oferece operações de translação que directamente refletem os processos tradicionais de produção tais como a extrusão de plásticos, etc.) .

A ideia de projecto evolui para a ideia de modelação. Este pode ser analógico e digital. Actualmente, do CAD às novas ferramentas e sistemas de design permitem aproximar o projecto da manufactura. Com os CAD-CAM, quando se "constrói" um desenho está-se também a "desenhar" os parâmetros de fabrico, transporte, montagem e gestão, codificados no próprio desenho. A integração CAD-CAM favorece ainda o controlo continuado de todas as etapas, desde a concepção até ao acabamento final (Furtado, 2009, 64-69). Em suma, com as novas tecnologias de "desenho", a forma vem literalmente de acordo com o processo de projecto, etc. Deixa de ser um momento estático. A associação paramétrica permite também alterar um desenho ou modelo de um modo mais fácil, produzindo de forma interactiva alterações topológicas, sem que tal implique abdicar do trabalho prévio. Esta modelação dita "paramétrica" pode ser efectuada através da simples alteração "manual" das dimensões no modelo tridimensional digital. Deixamos de desenhar para passar a programar (Furtado, 2009, 64-69). Em suma como refere Meredith o software paramétrico consiste no controlo holístico de design de todas as escalas, desde a parte para o todo (Meredith, 2009, 10).

Assim o desenho assistido por computador é um desenho que deixa de ser desenhado para ser "construído", possibilita o controlo tridimensional de geometrias de grande complexidade, não-euclideanas, estendendo o campo de acção e o repertório linguístico e formal da arquitectura contemporânea. Também segundo Meredith, o software algorítmico usa um método de geração e produção de formas complexas baseadas em simples regras de componentes (Meredith, 2009, 10). O projecto assistido por computador disponibiliza práticas de modelação e procedimentos generativos, aconselhamento inteligente e práticas colaborativas de rede, assim como oferece a possibilidade de aproximação concepção-manufactura-experiência (Furtado, 2009, 64-69).

2.3. MANUFACTURA

Neste 3º capítulo da parte prática que denominamos manufactura interessa-nos analisar conceptualmente os "materiais" (2.3.1) e "tecnologias de produção" (2.3.2) que tal implica.

2.3.1. MATERIAIS

De facto o trabalho de investigação pressupôs também estudar materiais para seleccionar os mais aptos possíveis para aplicação no design de um abrigo de emergência. Os materiais definem-se como substâncias físicas constituídas naturalmente ou artificialmente por diferentes combinações de átomos e moléculas.

Os tipos de diferentes materiais dividem-se em quatro grandes grupos gerais (Ashby, 2002, 175): a) metais; b) polímeros; c) cerâmicos; e) compósitos; f) naturais.

Os metais são materiais que entre outros aspectos, são bons condutores de electricidade e calor. Os polímeros são materiais vulgarmente designados por plásticos e dividem-se em termoplásticos e termoendurecíveis. O uso de ditos plásticos permite vantagens como a facilidade de formabilidade, a baixa densidade (quando comparada com os metais) o excelente acabamento e a ausência de corrosão (Kelly, 2000, 11). Os cerâmicos são materiais (não metálicos) preparados pela acção do calor e consequentes de arrefecimento. Os compósitos são de modo sintético materiais que resultam da composição de dois ou mais tipos de materiais diferentes.

Os materiais podem ser analisados segundo perfis técnicos (Ashby, 2009, 12), os quais se referem a atributos físicos, mecânicos, térmicos, eléctricos, ópticos, ecológicos, de processamento, acústicos e tácticos (figura 2.3.1.0.).

Neste trabalho a sistematização dos materiais far-se-á mais á frente (segundo parâmetros físico-matemáticos obtidos através do software "CES edupack 2009" da Granta design), e serão objecto de classificação qualitativa em componentes "fácil", "razoável" e

"difícil", segundo os valores médios obtidos quantitativamente para cada parâmetro técnico referente e legendado na figura 2.2.



Fig. 2.2 - Legenda com as características para recolha de materiais.

Os três níveis de classificação escolhidos como - "fácil", "razoável" e "difícil" - foram identificados, respectivamente, com as cores verde, laranja e vermelha.

Os parâmetros propriamente ditos usados na caracterização dos materiais foram: a) densidade (ρ); b) preço (Cm); c) módulo de elasticidade (E); d) temperatura de fusão (Tm); e) condutibilidade térmica (λ); f) transparência (Transp.); g) flamabilidade (Flama.); h) reciclagem (Recicla.); i) biodegradação (Biodeg.). Precise-se que a densidade mede a relação entre a massa (ou o peso) de um material com o seu volume. O preço mede a relação entre o custo do material (em euros) e a sua massa. O módulo de elasticidade mede a relação entre uma força qualquer aplicada e o alongamento provocado. A temperatura de fusão mede o limite no qual o material passa do estado sólido para o estado líquido. A transparência mede o nível de opacidade à luz. A flamabilidade mede o nível no qual o material se incendeia. A biodegradação mede o nível de decomposição por microrganismos, sem prejuízo para o ambiente (Ashby, 1992, 30-44).

2.3.2. TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO

O trabalho pressupôs também estudar tecnologias de produção. Uma tecnologia de produção define-se como a técnica e métodos usados para a manufactura industrial ou dito de

outra forma, a aplicação sistemática do conhecimento a tarefas práticas na indústria (Beim, 2004, 46).

O nosso interesse pela tecnologia, advêm da consciência de que ela medeia a criação da forma pretendendo-se neste trabalho criar-se um projecto que simultaneamente atenda a modos de manufactura local.

As tecnologias foram analisadas segundo os seguintes perfis técnicos: a) tectónica; b) técnica; c) tecnologia. Segundo Beim, a tectónica é a poética de construir, a técnica é o método de construir e a tecnologia é o conhecimento para construir (Beim, 2004, 47).

A sistematização das tecnologias de produção parte da sistematização usadas nos materiais (capítulo 1.3.1.) e dos perfis técnicos já referidos. Atende a tipos próprios de manufactura para formas projectadas com geometrias simples e complexas.

A título de curiosidade refira-se que embora o presente estudo aborde o projecto e a manufactura de formas projectadas com geometrias simples, convém referir que o projecto de formas geometricamente complexas tem sido propiciado pelo uso de meios digitais, e "aponta em sentido lato para um reposicionamento da técnica, da tectónica e da manufactura em geral" (Furtado et al., 2009, 64-69). Neste trabalho a definição de forma, tanto de geometrias simples como complexas, no projecto de design, decorre de partes menores (os componentes) que nos possibilitam conformar o sistema espacial de abrigo.

No presente trabalho a sistematização das tecnologias de produção far-se-á mais á frente segundo parâmetros físico-matemáticos obtidos através do software "CES edupack 2009" da Granta design, e serão objecto de classificação qualitativa em componentes "fácil", "razoável" e "difícil", segundo os valores médios obtidos quantitativamente para cada parâmetro técnico referente na figura 2.3. Os três níveis classificados como "fácil", "razoável" e "difícil" foram identificados, respectivamente, com as cores verde, laranja e vermelha.

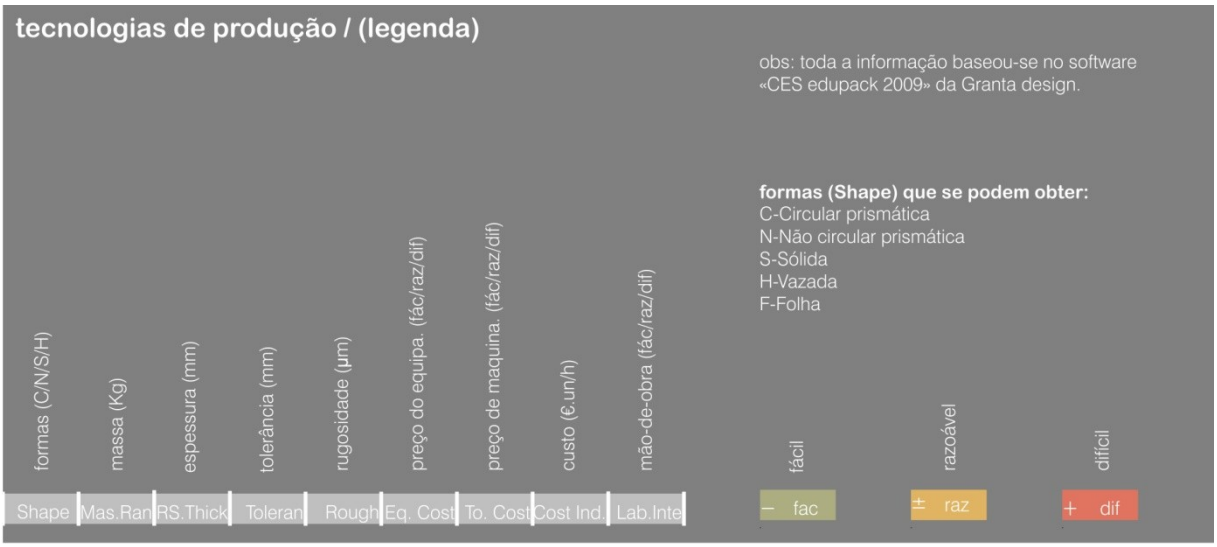


Fig. 2.3 - Legenda com as características para a recolha de tecnologias de produção.

Os parâmetros propriamente ditos usados na caracterização das tecnologias de produção foram: a) formas (Shape); b) massa (Mas Ran); c) espessura (RS. Thick); d) tolerância (Toleran); e) rugosidade (Rough); f) preço do equipamento (Eq. Cost); g) preço da máquina (To. Cost); h) custo (Cost Ind); i) mão-de-obra (Lab.Inte). As formas representam a geometria produzida dos componentes: a) circular prismática (C); b) não circular prismática (N); c) sólida (S); d) vazada (H); e) folha (F). A massa estabelece o peso dos materiais na produção de componentes. A espessura estabelece a altura suportada na produção de componentes. A tolerância estabelece a variação como margem de erro das dimensões suportadas na produção de componentes. A rugosidade estabelece a dimensão da variação da textura superficial na produção de componentes. O preço do equipamento estabelece o grau de dificuldade na compra do equipamento. O custo estabelece a relação entre o preço por unidade sobre a hora. A mão-de-obra estabelece o grau de dificuldade na execução por pessoas.

3. PARTE PRÁTICA - RECOLHA

3.1. INVESTIGAÇÃO GERAL

Nesta segunda parte do estudo relacionado com o design de um sistema espacial de abrigo efectuou-se uma abordagem mais prática de recolha, operando com metodologias qualitativas propícias à disciplina de design, no intuito de seleccionar os elementos mais aptos à constituição de um sistema espacial de abrigo. A recolha foi tratada e sistematizada em diagramas, comportando um carácter gráfico. A informação proveio de bibliografia consultada exposta no Capítulo 1, que foi sistematizada em folhas de cálculo. Foram feitos pontos de situação da recolha e posters para a mais facilmente se conseguir orientar no processo de investigação. Este carácter gráfico por diagrama teve como intenção a orientação da informação recolhida neste capítulo, em conjunto com a teoria abordada no capítulo 2 referente aos temas inerente neste trabalho. Os diagramas efectuados nesta fase de recolha permitiram determinar graficamente um processo operativo de constituição de um abrigo, isto é, através de diagramas em árvore (designados neste trabalho por taxonomia (1)) investigou-se um sistema que equacionasse uma sequência de signos (nomenclatura da teoria semiótica descrita no capítulo 2). Estes signos foram estruturados (nomenclatura da teoria estruturalista descrita no capítulo 2) sob a forma de, à semelhança da "linguagem" matemática, em variáveis e constantes que permitira estabelecer um sistema espacial (como de um manual de instruções se tratasse). O dito sistema compõe-se de signos entendidos por componentes que se articulam por operações de lógica matemática, como se verá mais à frente.

Para além da realização em diagramas, o texto serviu como fio condutor da investigação, redigindo-se pequenas descrições dos itens recolhidos assim como das opções tomadas. Esta descrição textual incluiu pontualmente informação numérica, procurando-se argumentar as selecções feitas para o design do sistema espacial de abrigo, e atendendo a aspectos dimensionais, funcionais e estéticos.

(1) O conceito de taxonomia deriva da ciência da classificação que se representa por esquemas em árvore. Teve, sobretudo, uma aplicação no campo das ciências naturais (nota do autor).

Em suma visou-se caracterizar os componentes (2), relativamente vários aspectos que foram alvo de recolha. A decisão de componentes e suas características fez-se segundo um processo de organização taxonómica, isto é, a selecção fez-se por níveis de decisão, em árvore, sucedendo a cada decisão novos níveis e aspectos a decidir. Toda a abordagem e selecção estrutura-se nas três etapas já referidas (investigação, projecto e manufactura), e metodologicamente usaram-se três operações básicas na sequência de componentes: a) adição; b) subtracção; c) mutação (figura 3.1). Estes três componentes descritos foram os métodos usados na decomposição, combinação e recombinação de todos os sistemas de componentes formais descritos segundo diagramas taxonómicos. A adição compreendeu as operações de anexação (e a consequente continuidade) de um entre dois ou mais componentes. A subtracção compreendeu as operações de eliminação (e a consequente descontinuidade) de um entre dois ou mais componentes. A mutação compreendeu a alteração (e a consequente mudança de significado) de um entre dois ou mais componentes. O próprio arranjo gráfico do trabalho teve o cuidado de permitir conciliar a ideia de componentes na representação de texto, diagrama e forma, segundo uma linguagem gráfica (i.e. taxonómica). Como tal, cada dito componente está estabelecido como um campo delimitado em que inclui um código com uma palavra-chave (i.e. significante), uma descrição (i.e. significado) e um gráfico ilustrativo da mesma (i.e. morfema).

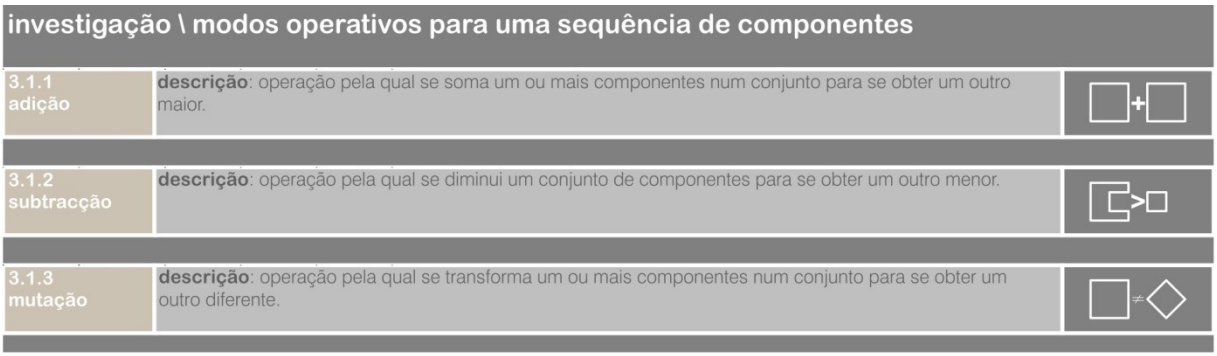


Fig. 3.1 - Componentes usados como processos operativos para uma sequência de componentes (de texto, diagrama e forma) a serem representados (e estudados) através de diagramas taxonómicos.

Todo o trabalho prático de recolha visou: a) a recolha de tipos para o projecto de um sistema espacial de abrigos e seus componentes arquitectónicos; b) a recolha de tipos de manufacturas coincidentes com a ideia de aproveitar resíduos domésticos e materiais naturais.

A recolha fez-se segundo um processo de organização visando um sistema taxonómico (ao nível da conceptualização):

(2) Entenda-se que poderão ser componentes informacionais diagramáticos ou materiais, tanto digitais como analógicos. Este conceito de componente prolonga-se por todo o trabalho e assume o tema principal da ideia de investigação como parte constituinte que combinada de diferentes modos entre si origina qualquer solução (nota do autor).

a) ao nível de "projecto" abordaram-se dois aspectos, um referente aos componentes do sistema espacial de abrigo, outro referente à modelação do(s) mesmo(s). Os componentes permitiram definir o sistema espacial de abrigo, o qual pode dar lugar a variadas formas possíveis.

b) ao nível da "manufactura" abordaram-se dois aspectos, um referente aos materiais existentes, outro referente às tecnologias de produção existentes. Os aspectos analisados permitiram definir os modos de construção dos componentes arquitectónicos previstos, tendo em conta a ideia de utilizar resíduos domésticos e materiais naturais na construção.

A investigação foi desenvolvida em termos de concepção (projecto) e produção (manufactura) dos componentes e sistemas espaciais arquitectónicos, como enunciado na introdução (objecto e objectivo) do presente trabalho.

3.2. PROJECTO

Nesta segunda parte prática de recolha para o projecto, contempla a ideia de "conforto" (de uso) de zonas do abrigo por analogia à habitação, com a ideia de assemblagem (3.2.1). Seguidamente (3.2.2) contempla-se o conceito de "modelação" espacial do abrigo.

3.2.1. COMPONENTES

O presente subcapítulo da parte prática de recolha desenvolve o conceito do já referido componente, entendido enquanto parte que constitui um todo. Trata-se de peças modulares que possuem padrões tipo e que podem ser usados em diferentes contextos. Em suma, o todo foi dividido e as partes isoladas, podendo estas depois ser combinadas de modo diferentes para obter outros produtos. Esta ideia encontra-se em diversas disciplinas científicas (matemática, física, química, etc.) mas menos em disciplinas artísticas. Estas ditas partes isoladas em relação a um todo foi um tema estudado por variados autores, com aplicação ao conceito de sistemas. O interesse por este estudo ocorreu a nível da cultura em geral e, em particular para este estudo, na cultura do design. Assim, os conceitos abordados no capítulo 2 como a sistematização (Condillac), o processo, os padrões (Alexander), a linguagem, a tipologia (Rossi), a semiótica, a semântica, o estruturalismo (Saussure), a gramática, o cálculo da forma, a lógica são, a nosso ver, modos operativos gerais para decompor, combinar e recombinar componentes constituídos por texto, diagrama ou forma. A aplicação deste estudo efectuou-se, em particular, no projecto e na manufactura do design. Este estudo assentou sobre uma investigação de design para obtenção de um objecto aplicável a um sistema espacial. Como tal, a forma foi o principal componente investigado, seguindo-se do diagrama sob a forma de esquemas taxonómicos e, posteriormente, do texto como fio condutor do trabalho sob a forma de texto narrativo.

Na presente fase de recolha, sistematizada em diagramas, utilizaram-se dispositivos variados de análise.

A análise diagramática dos componentes realizou-se por operações de lógica (i.e. a composição arquitectónica e construtiva dos componentes pretendeu ir mais além da construção pré-fabricada convencional). De facto, associamo-nos à defesa de um novo modo de abordar o projecto e a manufactura de um produto de design.

A sistematização dos componentes visou permitir variados tipos de configuração espacial, mediante a sua assemblagem mas também equacionar um processo taxonómico que pudesse ser operativo, com base na influência da teoria do cálculo da forma (Stiny, 2006, 15).

A presente fase de recolha partiu de uma abordagem do geral para o particular. Este pressuposto foi tomado em consideração na hierarquia descrita atrás como a formal a liderar, seguindo-se a diagramática e a textual. As hipóteses formais consideradas entre as possíveis foram obtidas, em termos de cálculo da forma, pelos constituintes de geometria euclidiana simples. Estes elementos entendem-se como componentes considerados como signos básicos e foram apresentados posteriormente numa sistematização diagramática. Estes ditos signos básicos partiram de três componentes base - o paralelepípedo, o arco e o triângulo - e um quarto resultante da mistura de dois ou mais destes (figura 3.2).

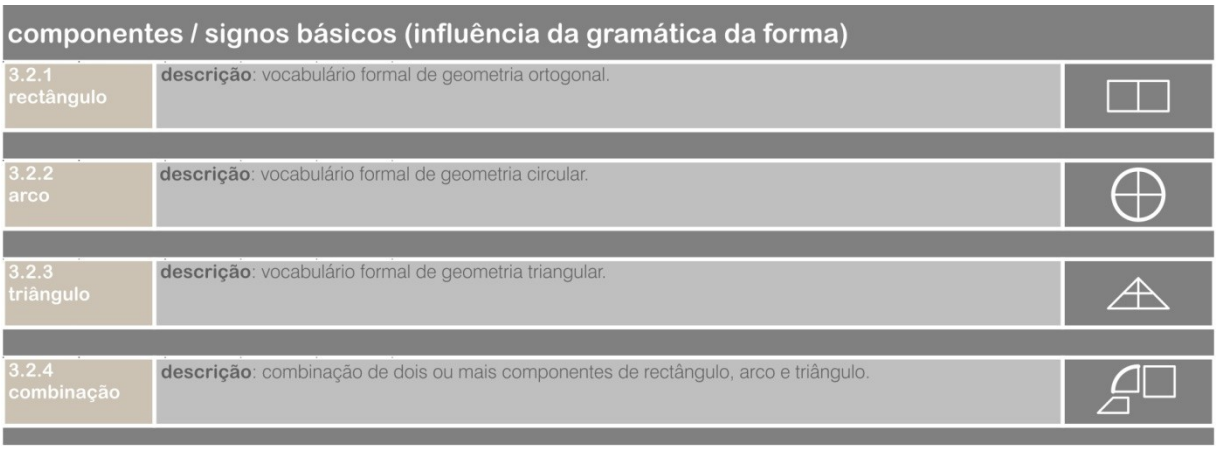


Fig. 3.2 - Componentes de vocabulário formal obtidos por influência da gramática da forma.

Tal como se verá na figura 3.4, as formas resultantes obtidas por influência da gramática da forma com aplicação a estes componentes (signos básicos processados pela sequência operativa de componentes) apresentam-se na figura 3.3.

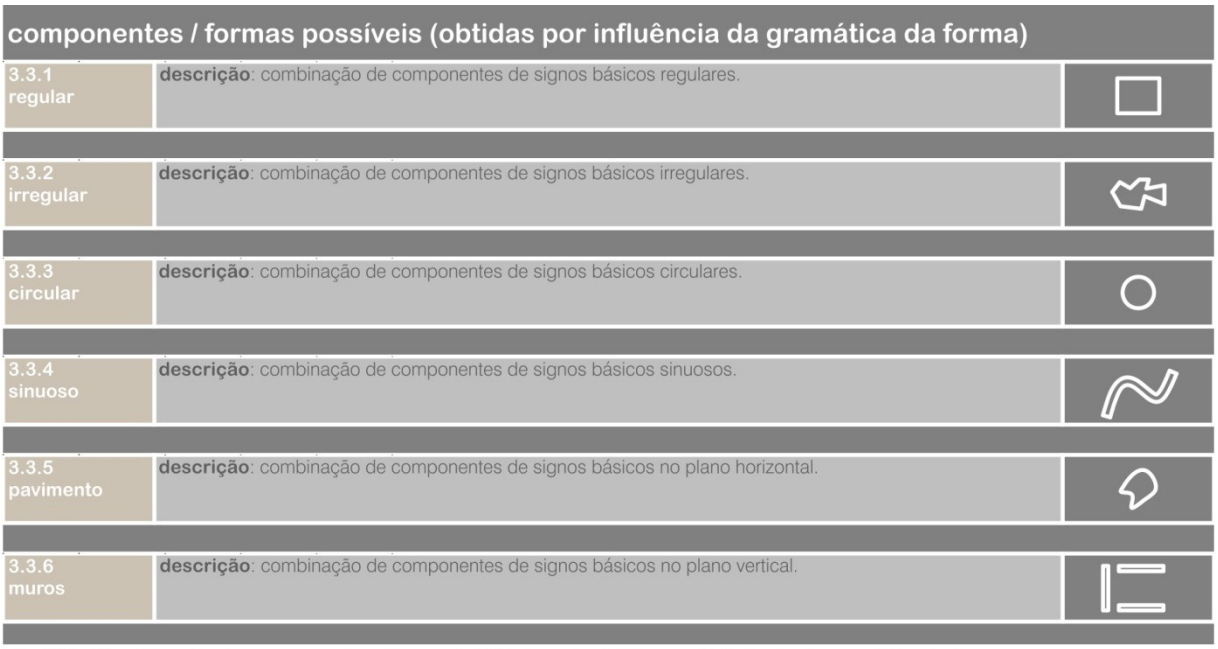


Fig. 3.3 - Combinação de componentes de vocabulário formal, obtidos por influência da gramática da forma.

A justificação desta operação sistemática obtida na figura 3.3 foi efectuada ao nível de um diagrama taxonómico na figura 3.4. Aqui estabeleceram-se as possíveis ligações entre a decomposição, o processamento e a recombinação dos componentes identificados como signos básicos na figura 3.2. Através dos três métodos da sequência operativa de componentes (figura 3.1) foram abordados os componentes dos signos básicos (figura 3.2) ao nível do processamento dos mesmos e o consequente resultado ao nível das formas possíveis (figura 3.3). Este modo operativo baseou-se na referida teoria do cálculo da forma, no qual qualquer forma pode ser decomposta em elementos mais simples, catalogados em padrões que se repetem e que se recombinam entre si para obter outras configurações formais mais complexas.

Tal como se observa na figura 3.4, a decomposição de componentes permitiu a obtenção (ao nível da recolha) de qualquer configuração formal para o abrigo, de modo que posteriormente ao nível da modelação na presente parte prática de recolha e na parte prática experimental (subcapítulos 3.2.2 e 4.2.2 respectivamente).

O diagrama descrito taxonomicamente na figura 3.4 apresenta-se como "sistema operativo" (3) para obtenção das formas possíveis, aplicáveis a objectos e espaços do abrigo,

(3) Este conceito significa um modo de articular os componentes entre si através das três regras básicas descritas na figura 3.1. Teve como influência os estudos teóricos apresentados no capítulo 2 sobre esta temática, com o intuito de se alcançar um possível "código" "descritivo" em diagramas taxonómicos, com recurso ao texto narrativo como auxílio na interpretação dos mesmos. Pretende-se obter um sistema de influência matemática de controlo da composição e construção da forma espacial e objectual (i.e. respectivamente arquitectura e design industrial, entendido neste trabalho como modelação de componentes) segundo a variável tempo e aplicado neste estudo a um abrigo temporário experimental (nota do autor).

com recurso aos articuladores metodológicos para a sequência operativa descrita na figura 3.1. Descreve-se tal esquema como: A forma regular (componente 3.3.1) apenas poderá ser obtida por adição (componente 3.1.1) entre dois ou mais componentes de rectângulo (componente 3.2.1). A forma irregular (componente 3.3.2) poderá ser obtida por adição (componente 3.1.1), subtracção (componente 3.1.2) ou mutação (componente 3.1.3) entre dois ou mais componentes de rectângulo (componente 3.2.1). Esta dita forma irregular (componente 3.3.2) também poderá ser obtida por adição (componente 3.1.1) entre dois ou mais componentes de triângulo (componente 3.2.3), visto esta forma geométrica ser um caso particular da forma regular referida. A forma circular (componente 3.3.3) poderá ser obtida por adição (componente 3.1.1) entre dois ou mais componentes de arco (componente 3.2.2). A forma sinuosa (componente 3.3.4) poderá ser obtida por adição (componente 3.1.1), subtracção (componente 3.1.2) ou mutação (componente 3.1.3) entre dois ou mais componentes de arco (componente 3.2.2). Esta dita forma sinuosa (componente 3.3.4) também poderá ser obtida por mutação (componente 3.1.3) entre dois ou mais componentes de rectângulo (componente 3.2.1). A forma pavimento (componente 3.3.5) poderá, como delimitação no plano horizontal ao nível do pavimento do abrigo, ser obtida por mutação (componente 3.1.3) entre dois ou mais componentes de paralelepípedo (componente 3.2.1). A forma muros (figura 3.3.6) poderá, como constituição no plano vertical ao nível das paredes do abrigo, ser obtida por mutação (componente 3.1.3) entre dois ou mais componentes de rectângulo (componente 3.2.1). A forma combinação (componente 3.2.4) poderá ser obtida por adição (componente 3.1.1), subtracção (componente 3.1.2) ou mutação (componente 3.1.3) entre dois ou mais componentes entre dois ou mais componentes de rectângulo (componente 3.2.1), arco (componente 3.2.2) ou triângulo (componente 3.2.3).

Na figura 3.3 decidiu-se qual a configuração formal mais apta à solução do design do sistema espacial de abrigo. Assim obtiveram-se configurações: a) regular; b) irregular; c) circular; d) sinuoso; e) pavimento; f) muros; g) combinação. A decomposição de componentes identificados enquanto padrões representa a geometria propriamente dita dos componentes arquitectónicos possíveis a nível de projecto e manufactura, identificando-se em três tipos: a) paralelepípedo; b) triângulo; c) arco.

Refira-se agora também que o programa funcional de um abrigo, consiste em algo próximo de um espaço habitacional unifamiliar.

As dimensões que definem um sistema espacial de abrigo foram estabelecidas para corresponder a três "módulos" métricos que serviram as funções de: "andar", "sentar" e

"deitar" (figura 3.5). Este dimensionamento modular decorreu pois da relação do corpo humano com a ocupação do espaço arquitectónico interior generalizado, sendo definido em termos de largura, de comprimento e de altura para servirem de referência dimensional na ocupação interior do abrigo (desenvolvido ao nível da modelação na presente parte prática de recolha (3.2.2) e na parte prática experimental (4.2.2)).

Por outro lado refira-se que a especificação do programa funcional contempla a ideia de flexibilidade, com vista a ajustar-se à variação do número de habitantes. Foram pois analisados modos de uso possíveis dos espaços do abrigo, analogamente aos de um espaço habitacional comum, com o intuito de se obterem as dimensões mínimas e a configuração mais optimizada (figura 3.6). Assim sendo estas ditas zonas habitáveis do sistema espacial de abrigo estabeleceram-se segundo "áreas" (figura 3.6): "cozinhar", "comer", "necessidades higiénicas", "estar", "dormir 2x" (cama de casal), "dormir 1x" (cama de solteiro), "arrumar" e "lavar". Diferenciou-se uma área social de uma outra área privada. A especificação da área social caracteriza-se pela integração de uma área de estar e de comer. A especificação da área privada pela integração de uma área de dormir e de serviço.

Os gráficos da figura 3.6 explicitam a preocupação em estabelecer uma proporção constante de área útil, de modo a facilitar a disposição das funções e correspondentes espaços. Optou-se por uma unidade básica que corresponda a uma métrica espacial cartesiana (4) de 2x2x3m, isto é, a um pé direito de 2m com uma área útil de $6m^2$ (3x2m). Todos os espaços do abrigo foram determinados segundo a combinação desta área, com a atribuição dos diferentes módulos de uso referidos na figura 3.5. As configurações possíveis foram sistematizadas, segundo padrões gramaticais (os ditos componentes), encadeados segundo sequências programadas.

A justificação desta operação sistemática obtida na figura 3.6 foi, à semelhança do realizado na figura 3.4, efectuada ao nível de um diagrama taxonómico na figura 3.7. Aqui estabeleceram-se as possíveis ligações entre a decomposição, o processamento e a recombinação de componentes (tal como dito, abordado anteriormente para a configuração formal do abrigo). Através dos três métodos da sequência operativa de componentes (figura 3.1) foram abordados os componentes dos módulos (figura 3.5) ao nível do processamento dos mesmos e o consequente resultado possível ao nível das áreas (figura 3.6). Tal como se observa na figura 3.7, a decomposição de componentes permitiu justificar a configuração

(4) Este conceito refere-se à geometria analítica enunciada por René Decartes, com o seu trabalho de sistematização de um espaço geométrico cúbico a nível da quantificação da distância segundo um sistema de coordenadas X, Y, Z que parte de um vértice e se direcciona e se mede ao longo das três arestas de um cubo (nota do autor).

espacial dos componentes das áreas (figura 3.6), isto é, a definição do programa funcional da arquitectura a implementar num abrigo. Estas ditas áreas permitem serem estabelecidas num prisma de $12m^3$ de volume constante, para cada uma das oito funções descritas em 3.6.

A decomposição em módulos de andar, sentar e deitar (figura 3.5), representa a sistematização em componentes de uso do espaço vivido pelo habitat, como condição de qualquer projecto arquitectónico. Assim a recombinação dos mesmos pelos três métodos da sequência operativa de componentes (adição, subtracção e mutação) da figura 3.1 originaram-se as áreas com os usos mínimos necessários à vivência humana para um sistema de abrigo, já referidos atrás: a) cozinhar; b) comer; c) necessidades higiénicas; d) estar; e) dormir para 2 pessoas; f) dormir para 1 pessoa; g) arrumar; h) lavar. A área cozinhar (componente 3.6.1) apenas poderá ser obtida por adição (componente 3.1.1) entre dois ou mais componentes de andar (componente 3.5.1). A área comer (componente 3.6.1) apenas poderá ser obtida por adição (componente 3.1.1) entre dois ou mais componentes de andar (componente 3.5.1) e sentar (componente 3.5.2). A área necessidades higiénicas (componente 3.6.3) apenas poderá ser obtida por adição (componente 3.1.1) entre dois ou mais componentes de andar (componente 3.5.1) e sentar (componente 3.5.2). A área estar (componente 3.6.4) apenas poderá ser obtida por adição (componente 3.1.1), subtracção (componente 3.1.2) ou mutação (componente 3.1.3) entre dois ou mais componentes de andar (componente 3.5.1), sentar (componente 3.5.2) e deitar (componente 3.5.3). A área dormir 2x (componente 3.6.5) apenas poderá ser obtida por adição (componente 3.1.1), subtracção (componente 3.1.2) ou mutação (componente 3.1.3) entre dois ou mais componentes de andar (componente 3.5.1), sentar (componente 3.5.2) e deitar (componente 3.5.3). A área dormir 1x (componente 3.6.6) apenas poderá ser obtida por adição (componente 3.1.1), subtracção (componente 3.1.2) ou mutação (componente 3.1.3) entre dois ou mais componentes de andar (componente 3.5.1), sentar (componente 3.5.2) e deitar (componente 3.5.3). A área arrumar (componente 3.6.7) apenas poderá ser obtida por adição (componente 3.1.1) entre dois ou mais componentes de andar (componente 3.5.1). A área lavar (componente 3.6.8) apenas poderá ser obtida por adição (componente 3.1.1) entre dois ou mais componentes de andar (componente 3.5.1).

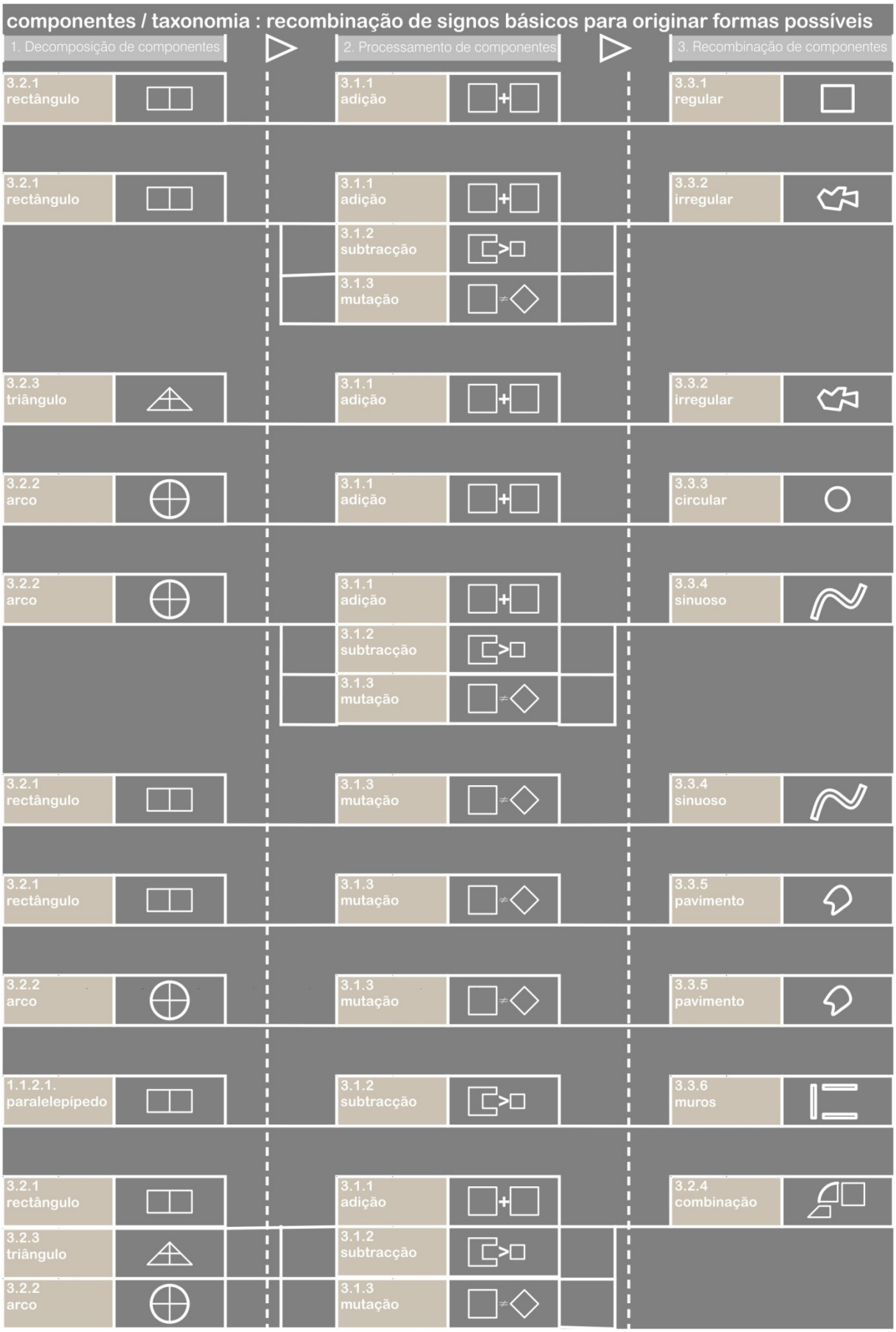


Fig. 3.4 - Síntese taxonómica que justifica, diagramáticamente, a obtenção das formas possíveis, aplicáveis a objectos e espaços, através do recurso aos articuladores metodológicos para a sequência operativa descrita na figura 3.1.

componentes / módulos		
3.5.1 andar	**descrição**: abordagem de temas como: instalação modular, componentes e configurações, condições de assemblagem, transporte e armazenamento.	
3.5.2 sentar	**descrição**: abordagem de temas como: modelação tridimensional computacional, materiais, processos de manufactura	
3.5.3 deitar	**descrição**: abordagem de temas como: funcionalidade, estética, ergonomia, interface, interactividade.	

Fig. 3.5 - Estabelecimento das proporções relativas aos usos a serem estabelecidos no sistema espacial de abrigo.

componentes / áreas		
3.6.1 cozinhar	**descrição**: dimensionamento e configuração espacial destinado ao uso da actividade doméstica de cozinhar.	
3.6.2 comer	**descrição**: dimensionamento e configuração espacial destinado ao uso da actividade doméstica de comer.	
3.6.3 necessidades higiénicas	**descrição**: dimensionamento e configuração espacial destinado ao uso da actividade doméstica de higiene.	
3.6.4 estar	**descrição**: dimensionamento e configuração espacial destinado ao uso da actividade doméstica de estar.	
3.6.5 dormir 2x	**descrição**: dimensionamento e configuração espacial destinado ao uso da actividade doméstica de dormir.	
3.6.6 dormir 1x	**descrição**: dimensionamento e configuração espacial destinado ao uso da actividade doméstica de dormir.	
3.6.7 arrumar	**descrição**: dimensionamento e configuração espacial destinado ao uso da actividade doméstica de arrumar.	
3.6.8 lavar	**descrição**: dimensionamento e configuração espacial destinado ao uso da actividade doméstica de lavar.	

Fig. 3.6 - Áreas com usos diferentes a serem utilizadas no design de sistema espacial de abrigo.

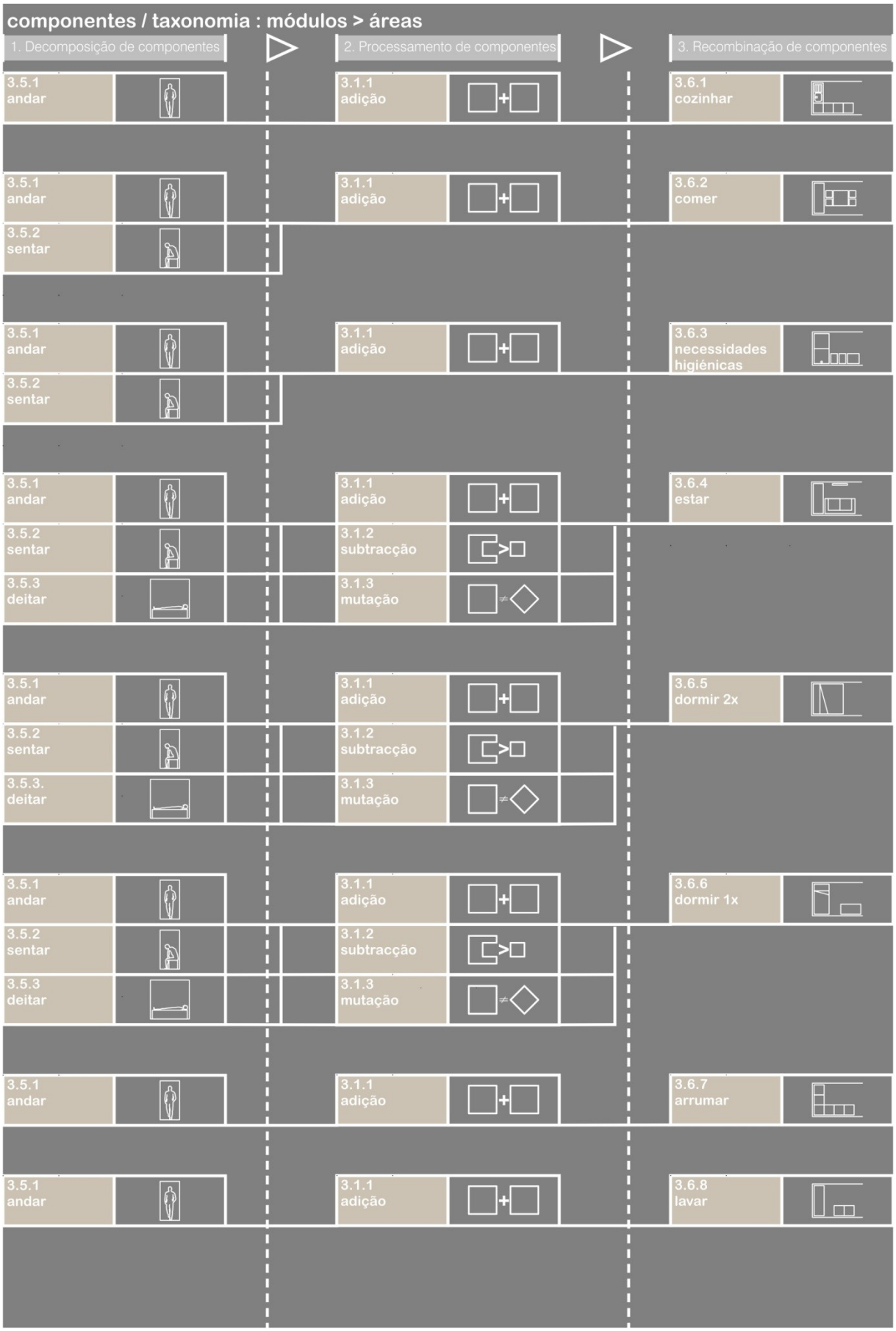


Fig. 3.7 - Síntese sistemática taxonómica para obtenção de áreas espaciais do abrigo.

Após a sistematização de componentes de uso e dimensionamento de zonas, interessa fazer algumas referências quanto à ideia de assemblagem (5). Escolheu-se esta ideia por ser a mais generalizada tanto à proximidade na aplicação da construção civil usual (exemplo de processo artesanal), como também na aplicação numa linha de montagem (exemplo de processo industrial). Se for realizada a analogia com o referido processo relativo a uma sequência operativa de componentes (por adição, subtracção e mutação relativos à decomposição, combinação e recombinação de componentes) consegue-se encontrar uma ligação ideológica entre a artificialidade (i.e. abstracção) identificada com os referidos componentes de texto, diagrama e forma, e a naturalidade (i.e. materialidade) identificada na manufactura destes mesmos componentes com os materiais descritos mais à frente no subcapítulo 3.3.1.

Aqui um fluxo de componentes pode ser carregado e executado segundo uma sequência de tarefas.

Pretende-se estabelecer uma analogia entre o mundo industrial e informático e a realização do abrigo (mediante as fases de investigação, projecto e manufactura), nomeadamente no que respeita à articulação das diferentes partes (os ditos padrões, segundo a nomenclatura de Alexander, que compõem um todo) conceptualizado neste trabalho segundo, como já foi referido, o tema dos componentes. Em certa medida um sequenciador (6) de componentes também poderá ser visto como um processo de assemblagem (exemplos destes seriam os sequenciadores multimédia, programação informática, controlo numérico computadorizado, etc.).

Por outro lado refira-se que hoje é tão vulgar encontrarem-se processos de assemblagem digitais como analógicos. Um dos exemplo que podemos avançar ao nível da construção civil pode ser a tradicional assemblagem de componentes da construção metálica ou prefabricada, em que os componentes são construídos em estaleiro e assemblados em obra. Incluso a banal construção tradicional de alvenaria também pode ser vista como um exemplo de construção por assemblagem de tijolos sobrepostos e unidos por argamassa.

(5) A ideia de assemblagem provém da actividade industrial, nomeadamente da ideia de linha de montagem de componentes industriais. No entanto é um conceito hoje omnipresente em várias áreas, conceito que também existe na área da programação informática como seja a linguagem dita de "baixo nível" (termo da linguagem informática da programação) (nota do autor).
(6) Entende-se sequenciador como uma linha temporal para execução de tarefas previamente programadas (nota do autor).

A sistematização das condições de assemblagem permitiu antever a composição / construção do abrigo com componentes arquitectónicos produzidos no local onde este se implanta.

Por último, refira-se que a prática de assemblagem pressupõem que os componentes, se unam entre si. Estes podem ser unidos por (figura 3.9): a) agrafe; b) rebite; c) costura; d) aparafusamento; e) adesivos (como por exemplo colagens).

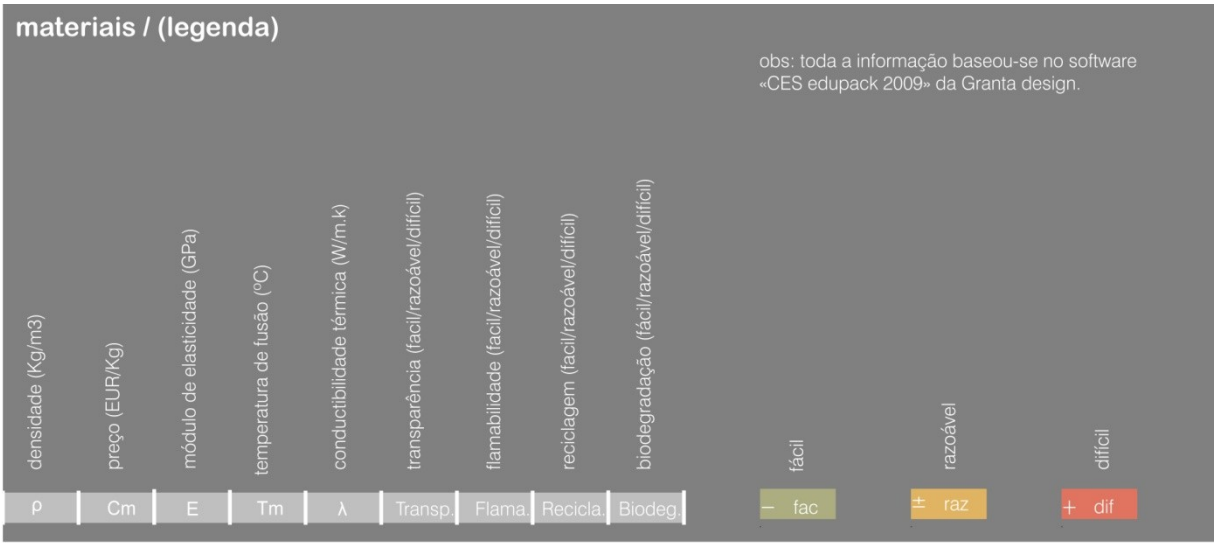


Fig. 3.8 - Legenda com as características para recolha de materiais.

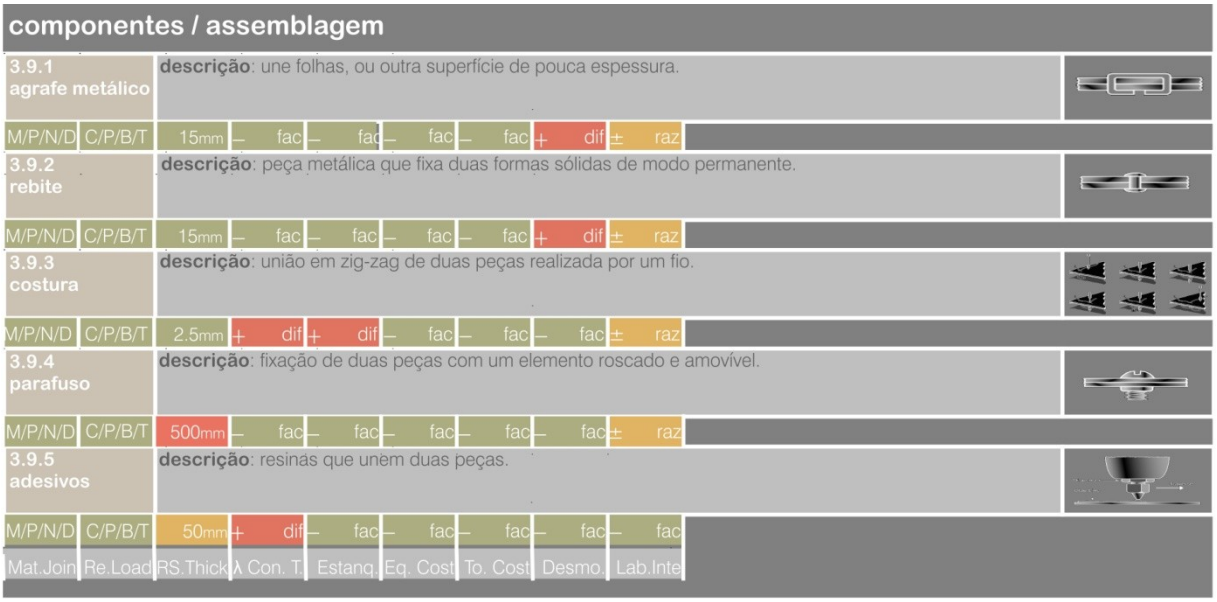


Fig. 3.9 - Modos de união entre componentes para utilização em assemblagem ou afins.

3.2.2. MODELAÇÃO

O presente subcapítulo centra-se na modelação espacial do abrigo e descreve uma recolha que compreende aspectos relacionados com a tectónica / construção de arquitectura, a engenharia e o design industrial. Propusemo-nos a analisar mediante diagramas, a configuração de um sistema espacial de abrigo, de que derivaram as formas para os componentes arquitectónicos que serão projectados na posterior parte prática experimental (capítulo 4).

O trabalho de recolha na área de modelação baseou-se também na gramática da forma, introduzido na parte teórica e desenvolvida também no subcapítulo 3.2.1 referente aos componentes. Este visou determinar módulos geométricos apropriados ao design dos componentes arquitectónicos que foram padronizados. Procurou-se que as formas fossem maioritariamente autoportantes, após a serem obtidas na modelação.

Após a concepção da geometria tridimensional das peças, estas foram parametrizadas com diferentes variáveis (sobretudo relacionadas com as suas dimensões métricas). Com base nestas peças elementares procurou-se depois sistematizar diversos módulos espaciais que albergaram diferentes usos, fazendo apenas variar a combinação dos componentes arquitectónicos baseados na modelação tipo de 1x1m (capítulo 3.2.1.). A possibilidade de variar os tamanhos das peças veio ainda permitir responder às diferentes necessidades de configuração das instalações modulares.

Em certa medida, podemos dizer que a presente fase de recolha estabeleceu as condições de componentes básicos necessários, os quais foram entidades como elementos de vocabulário mínimo (ou "signos" para a terminologia da linguagem semiótica como afirmado na parte teórica) a utilizar na composição do sistema espacial de abrigo a ser concretizado na parte de projecto do capítulo 4.

modelação / sistema espacial		
3.10.1 longitudinal	**descrição**: modelação espacial por arquitectura com tema de percurso recto.	
3.10.2 gaveto	**descrição**: modelação espacial por arquitectura com tema de gaveto.	
3.10.3 topo	**descrição**: modelação espacial por arquitectura com tema de topo.	
3.10.4 central	**descrição**: modelação espacial por arquitectura com tema de pátio.	

Fig. 3.10 - Recolha de componentes de modelação para o design do sistema espacial de abrigo.

modelação / relação interior e exterior		
3.11.1 porta direita	**descrição**: modelação espacial com abertura de vão vertical à direita no pano de parede tipo.	
3.11.2 porta esquerda	**descrição**: modelação espacial com abertura de vão vertical à esquerda no pano de parede tipo.	
3.11.3 janela direita	**descrição**: modelação espacial com abertura de vão quadrado à direita no pano de parede tipo.	
3.12.4 janela esquerda	**descrição**: modelação espacial com abertura de vão quadrado à esquerda no pano de parede tipo.	
3.13.5 janela horizontal	**descrição**: modelação espacial com abertura de vão horizontal em cima no pano de parede tipo.	

Fig. 3.11 - Recolha de componentes de modelação para a relação entre interior e exterior.

modelação / configurações		
3.13.1 1 pessoa	**descrição**: modelação espacial com definição de programa (área de actividade) definida para uma pessoa.	
3.13.2 2 pessoas	**descrição**: modelação espacial com definição de programa (área de actividade) definida para duas pessoas.	
3.13.3 3 pessoas	**descrição**: modelação espacial com definição de programa (área de actividade) definida para três pessoas.	
3.13.4 4 pessoas	**descrição**: modelação espacial com definição de programa (área de actividade) definida para quatro pessoas.	

Fig. 3.12 - Recolha de componentes de modelação para a configuração programática (áreas de actividade) do abrigo, definidas pelo número de pessoas a habitar.

A recolha de componentes teve como consequência a recolha da modelação, no sentido que os componentes identificados (signos básicos e consequentes formas possíveis,

módulos e consequentes áreas) foram de âmbito objectual e por combinações entre si deram conjuntos de âmbito espacial.

Uma primeira parte permitiu estabelecer um "sistema espacial" (figura 3.10), com base na disposição espacial dos componentes de áreas (figura 3.6) em função de um corredor de circulação de acesso comum do abrigo. Assim foram considerados os seguintes sistemas espaciais de componentes de área: sistema espacial "longitudinal" (componente 3.10.1), sistema espacial "gaveto" (componente 3.10.2), sistema espacial "topo" (componente 3.10.3), sistema espacial "central" (componente 3.10.4).

Uma segunda parte permitiu estabelecer a "relação interior e exterior" (figura 3.11) de acordo com a posição de vãos num pano de parede dos componentes de "áreas" (nomeadamente os que possuem uma projecção horizontal de 2m). Consideraram-se os seguintes sistemas espaciais aplicados aos componentes de "área": "porta direita", em que o vão de 2x1m é aberto verticalmente para o exterior à direita; "porta esquerda", em que o vão de 2x1m é aberto verticalmente para o exterior à esquerda; "janela direita" em que o vão de 1x1m é aberto para o exterior no canto superior direito; "janela esquerda" em que o vão de 1x1m é aberto para o exterior no canto superior esquerdo; "janela horizontal" em que o vão de 2x1m é aberto para o exterior na parte superior horizontalmente.

Uma terceira parte permitiu estabelecer as "configurações" (figura 3.12), com base na escolha de componentes de "áreas" aplicados em função do número de pessoas destinadas a viverem no abrigo. Como tal estabeleceram-se abrigos para: "1 pessoa" (componente 3.12.1), com componentes de "cozinhar", "comer", "dormir 1x" e "necessidades higiénicas"; "2 pessoas" (componente 3.12.2), com componentes de "cozinhar", "comer", "dormir 2x", "necessidades higiénicas" e "lavar"; "3 pessoas" (componente 3.12.3), com componentes de "cozinhar", "comer", "dormir 2x", "dormir 1x", "necessidades higiénicas" em duplicado e "lavar"; "4 pessoas" (componente 3.12.4), com componentes de "cozinhar", "comer", "dormir 2x", "dormir 1x" em duplicado, "necessidades higiénicas" em duplicado e "lavar".

A modelação do sistema espacial caracterizou-se em duas vertentes: a sua massa (ou paramento) e a sua estrutura. Por "massa" entendemos a matéria necessária dos espaços condicionáveis (entendido como o vazio da modelação) através da delimitação espacial / espaço condicionante (entendido como o cheio da modelação) (figura 3.18). Por "estrutura" entendemos as condições para que o abrigo seja construído com estabilidade física, assim como as capacidades necessárias para assegurar as tectónicas da massa, necessárias para assegurar habitabilidade, e protecção ao espaço envolvido (chuva, vento, etc.). A estrutura foi

realizada por objectos de geometria linear com secção circular a e comprimento de 1m, permitindo vencer o vão mínimo determinado pela dimensão do módulo base (figura 3.18).

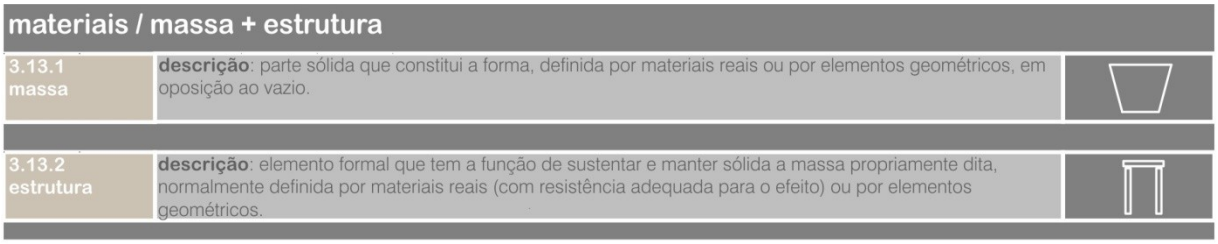


Fig. 3.13 - Sistematização da recolha de materiais segundo o seu modo construtivo para o design do sistema espacial de abrigo.

3.3. MANUFACTURA

Após a parte de recolha para o projecto seguiu-se o estudo de materiais (3.3.1.) e de tecnologias de produção (3.3.2.).

3.3.1. MATERIAIS

O presente subcapítulo da parte prática de recolha centra-se no estudo de materiais, procedendo-se a uma recolha dos principais materiais existentes assim como das suas características técnicas, o que possibilitou uma visão geral das suas potenciais utilizações no projecto.

Entre os diferentes materiais principais procedeu-se à selecção daqueles que melhor responderiam à especificidade do tipo de abrigo pretendido.

Os materiais foram subdivididos em cinco grupos, a saber: a) "cerâmicos"; b) "metais"; c) "polímeros"; d) "naturais"; e) "compostos".

Esta subdivisão foi complementada com especificações técnicas, procurando-se compreender a potencial aplicabilidade dos mesmos.

Refira-se ainda que os materiais quantificados em termos de vários parâmetros foram classificados qualitativamente, isto é, as características dos materiais (quer quantitativas quer qualitativas), foram conceptualizadas também como componentes, tornando possível (como se verá mais a frente) descombinar as suas características internas e recombiná-las para conseguir obter um outro material mais apto à situação que se pretende.

materiais / cerâmicos

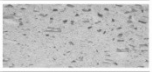
3.14.1 arenito	**descrição**: trata-se de um material com: rochas detríticas formado por sílica ligada com calcário, carbonato de cálcio ou argila. **pontos fortes/fracos**: fácil de cortar / frágil. **exemplos de aplicação**: esculturas, fachadas de edifícios.								
2445K/m³	0.40€/Kg	19.5GPa	1300ºC	3.0W/m.K	0	0	5	1	
3.14.2 calcário	**descrição**: trata-se de um material com: rochas detríticas formadas por carbonato de cálcio. **pontos fortes/fracos**: fácil de cortar / frágil. **exemplos de aplicação**: esculturas, fachadas de edifícios.								
2575K/m³	0.55€/Kg	45GPa	1400ºC	1.5W/m.K	0	0	5	1	
3.14.3 granito	**descrição**: trata-se de um material com: rochas formadas por quartzo,feldspato e mica. **pontos fortes/fracos**: durabilidadeelevada / difícil de cortar. **exemplos de aplicação**: estruturas, placagens de edifícios.								
2915K/m³	2.77€/Kg	60GPa	2800ºC	2.7W/m.K	0	0	5	1	
3.14.4 mármore	**descrição**: trata-se de um material com: rochas calcárias degrande pureza formada por carbonato de cálcio. **pontos fortes/fracos**: estética elevada / fácil de corroer. **exemplos de aplicação**: revestimentos, objectos pequenos.								
2785K/m³	0.56€/Kg	60GPa	1285ºC	5.5W/m.K	1	0	5	1	
3.14.5 ardósia	**descrição**: trata-se de um material com: rochas de cor formadas poralumino-silicatos. **pontos fortes/fracos**: estética apelativa / fragilidade. **exemplos de aplicação**: revestimentos, pavimentos.								
2750K/m³	0.60€/Kg	75GPa	1400ºC	1.7W/m.K	0	0	5	1	
3.14.6 cimento	**descrição**: trata-se de um material com: óxido de cálcio, óxido de silício, óxido de alumínio, aditivos e água. **pontos fortes/fracos**: fácil de produzir / estruturalmente difícil. **exemplos de aplicação**: construção civil em geral.								
2000K/m³	0.09€/Kg	35.9GPa	1065ºC	0.9W/m.K	0	0	0	0	
3.14.7 gesso	**descrição**: trata-se de um material com: gesso mineral e água. **pontos fortes/fracos**: muito fácil de produzir / estruturalmente difícil. **exemplos de aplicação**: esculturas, peças de decoração,								
2980K/m³	1.35€/Kg	6.25GPa	400ºC	0.6W/m.K	0	0	0	0	
3.14.8 argila	**descrição**: trata-se de um material com: sílica e alumina. **pontos fortes/fracos**: muito fácil de produzir / estruturalmente difícil. **exemplos de aplicação**: revestimentos, edifícios e objectos.								
1850K/m³	0.87€/Kg	22.5GPa	1079ºC	0.6W/m.K	0	0	0	0	
ρ	Cm	E	Tm	λ	Transp.	Flama.	Recicla.	Biodeg.	

Fig. 3.14 - Recolha de características de componentes de materiais cerâmicos.

materiais / metais

3.15.1 aço inox	**descrição**: trata-se de um material com: liga de ferro com crómio e níquel, ocm resistência à corrosão. **pontos fortes/fracos**: durabilidade / dificil de produzir. **exemplos de aplicação**: talheres.								
2785K/m³	0.56€/Kg	60GPa	1285ºC	5.5W/m.K	1	0	5	1	
3.15.2 liga de alumínio	**descrição**: trata-se de um material com: alumínio puro eelementos de liga, como magnésio, crómio, cobre, zinco e lítio.**pontos fortes/fracos**: leveza / dificil de produzir. **exemplos de aplicação**: ferramentas mecânicas.								
2750K/m³	0.60€/Kg	75GPa	1400ºC	1.7W/m.K	0	0	5	1	
3.15.3 liga de cobre	**descrição**: trata-se de um material com: cobre no estado puroe elementos de liga como zinco, estanho, alumínio e níquel. **pontos fortes/fracos**: estética / corrosão **exemplos de aplicação**: coberturas, instrumentos musicais.								
2000K/m³	0.09€/Kg	35.9GPa	1065ºC	0.9W/m.K	0	0	0	0	
3.15.4 liga de latão	**descrição**: trata-se de um material com: latão no estado puro e elementos de liga como zinco e cobre. **pontos fortes/fracos**: estética / corrosão **exemplos de aplicação**: moedas.								
2980K/m³	1.35€/Kg	6.25GPa	400ºC	0.6W/m.K	0	0	0	0	
3.15.5 liga de zinco	**descrição**: trata-se de um material com: zinco no estado puro eelementos de liga como alumínio e cobre.. **pontos fortes/fracos**: estética / fragilidade. **exemplos de aplicação**: acabamentos anti-corrosão.								
1850K/m³	0.87€/Kg	22.5GPa	1079ºC	0.6W/m.K	0	0	0	0	
ρ	Cm	E	Tm	λ	Transp.	Flama.	Recicla.	Biodeg.	

Fig. 3.15 - Recolha de características de componentes de materiais metálicos.

materiais / polimeros

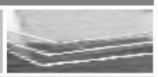
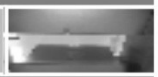
3.16.1 acrílico (PMMA)	**descrição**: trata-se de um material com: polimeros contendopolyacrylonitrile. **pontos fortes/fracos**: transparência e cores / fragilidade. **exemplos de aplicação**: indústria automóvel e aeronáutica.									
2380K/m³	2.07€/Kg	3.02GPa	125°C	0.2W/m.K	3	1	5	0		
3.16.2 poliamida (PA)	**descrição**: trata-se de um material com: grupo de amino e um grupo ácido carboxílico ou ácido clorídrico. **pontos fortes/fracos**: resistência / preço. **exemplos de aplicação**: cordas, fibras, têxteis.									
1130K/m³	2.64€/Kg	2.91GPa	215°C	0.2W/m.K	2	1	5	0		
3.16.3 polipropileno (PP)	**descrição**: trata-se de um material com: polímero fabricado a partir do monomero de propileno. **pontos fortes/fracos**: resistência / flamabilidade. **exemplos de aplicação**: embalagens domésticas.									
2915K/m³	2.77€/Kg	60GPa	2800°C	2.7W/m.K	0	0	5	1		
3.16.4 poliestireno (PS)	**descrição**: trata-se de um material com: polímero fabricado a partir do monômero de estireno, um hidrocarboneto líquido.**pontos fortes/fracos**: leveza / fragilidade. **exemplos de aplicação**: objectos de baixo custo alimentares.									
2785K/m³	0.56€/Kg	60GPa	1285°C	5.5W/m.K	1	0	5	1		
3.16.5 acri. butadieno estireno (ABS)	**descrição**: trata-se de um material com: polímero feito por polimerização de estireno e acrilonitrila. **pontos fortes/fracos**: durabilidade / dureza elevada. polibutadieno.**exemplos de aplicação**: legos.									
2220K/m³	1.77€/Kg	2GPa	72.4°C	0.3W/m.K	0	1	5	0		
3.16.6 epoxy	**descrição**: trata-se de um material com: resina epoxy com endurecedor de poliamina. **pontos fortes/fracos**: alta resistência / baixa reciclabilidade. **exemplos de aplicação**: superfícies de alto desgaste.									
1255K/m³	2.06€/Kg	2.72GPa	117°C	0.3W/m.K	3	1	0	0		
3.16.7 polyester (PET)	**descrição**: trata-se de um material com: cutina das plantas e polimerização do policarbonato e polybutyrate. **pontos fortes/fracos**: flexibilidade / fragilidade. **exemplos de aplicação**: garrafas de bebidas, sacos de compras.									
1220K/m³	3.27€/Kg	3.24GPa	177°C	0.3W/m.K	3	1	0	0		
3.16.8 fenólicas	**descrição**: trata-se de um material com: elemento do grupo fenil, ligado a uma hidroxila. **pontos fortes/fracos**: alta resistência / baixa reciclabilidade. **exemplos de aplicação**: divisórias de balneários.									
1121K/m³	1.35€/Kg	3.80GPa	217°C	0.2W/m.K	3	1	0	0		
		ρ	Cm	E	Tm	λ	Transp.	Flama.	Recicla.	Biodeg.

Fig. 3.16 - Recolha de características de componentes de materiais poliméricos.

materiais / naturais

3.17.1 madeira de pinheiro	**descrição**: trata-se de um material com: elementos de árvoresconíferasdo gênero pinus. **pontos fortes/fracos**: fácil de maquinar / flamabilidade. **exemplos de aplicação**: mobiliário, pavimentos.									
490K/m³	0.81€/Kg	9.35GPa	89.5°C	0.2W/m.K	0	1	0	1		
3.17.2 madeira de carvalho	**descrição**: trata-se de um material com: elementos de árvoresou arbustos do género quercus. **pontos fortes/fracos**: fácil de maquinar / flamabilidade. **exemplos de aplicação**: mobiliário, pavimentos.									
765K/m³	17.3€/Kg	17.3GPa	89.5°C	0.4W/m.K	0	1	0	1		
		ρ	Cm	E	Tm	λ	Transp.	Flama.	Recicla.	Biodeg.

Fig. 3.17 - Recolha de características de componentes de materiais naturais.

materiais / compostos

3.18.1 reforço com fibra carbono	**descrição**: trata-se de um material com: resina epoxy como matriz, disposta em camadas por fibras de carbono. **pontos fortes/fracos**:resistência estrutural / preço. **exemplos de aplicação**: pranchas de surf.									
1550K/m³	32.2€/Kg	110GPa	140°C	1.9W/m.K	0	1	0	0		
3.18.2 reforço com fibra vidro	**descrição**: trata-se de um material com: resina epoxy como matriz, disposta em camadas por fibras de vidro. **pontos fortes/fracos**:resistência estrutural / preço. **exemplos de aplicação**: objectos de decoração.									
1860K/m³	15.6€/Kg	22GPa	172°C	0.5W/m.K	1	1	0	0		
		ρ	Cm	E	Tm	λ	Transp.	Flama.	Recicla.	Biodeg.

Fig. 3.18 - Recolha de características de componentes de materiais compostos.

Em termos dos tipos de materiais, temos os referidos grupos.

Refira-se que os materiais cerâmicos (figura 3.14) possuem um preço baixo e, como tal, são aptos para a construção do abrigo que se quer económico. Os metais (figura 3.15) têm um grande módulo de elasticidade e, como tal, são aptos a situações de maior esforço estrutural do abrigo. Os polímeros (figura 3.16) possuem uma baixa temperatura de fusão e, como tal, podem ser facilmente moldados nas formas que se pretendem (refira-se que entre os polímeros optou-se pelos termoplásticos, por serem os mais utilizados a nível comercial e doméstico, permitindo serem reutilizados e moldados novamente através da sua fusão e solidificação nas novas formas dos componentes a projectar) Relativamente aos materiais naturais (figura 3.17), estes possuem baixa densidade, baixa condutibilidade térmica, são abundantes, leves e com óptimo isolamento térmico. (refira-se que entre os materiais naturais abundantes na natureza dado poderem ser facilmente adquiridos de acordo com o propósito de trabalho, os materiais compostos (figura 3.18) podem resultar na combinação de dois ou mais materiais enumerados atrás, permitindo obter novos materiais mais optimizados ao que dele se requer.

A sistematização de diferentes materiais visou duas soluções, para a massa e para a estrutura. (como já foi referido, por massa pretendeu-se constituir o conteúdo da construção, isto é o enchimento da forma que dá origem ao abrigo. Por estrutura entendeu-se o que constitui o sustento da forma, permitindo que o abrigo se concretize em termos físicos (figura 3.13)).

Após a análise dos materiais, tomou-se a opção de utilizar materiais compostos, consistiu nos materiais compostos. Este material de construção do abrigo, resulta de combinação de diferentes materiais (aproveitando as características internas vantajosas de cada um), apta aos requisitos da manufactura do abrigo.

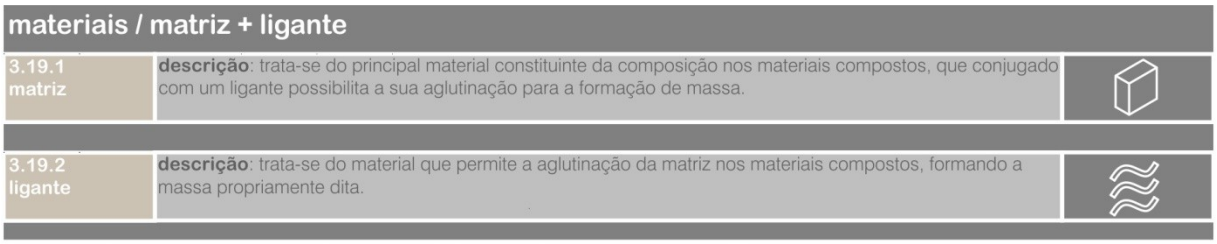


Fig. 3.19 - Sistematização da recolha de materiais segundo o seu modo de aplicação na manufactura da massa para o design de um sistema espacial de abrigo.

Por definição, os materiais compostos constituem-se pela conjugação de: a) "matriz"; b) "ligante". A matriz é a massa que constitui o material (resíduos etc.). O ligante é o aglutinador da matriz num material composto, devendo ser adequado para o efeito (figura 3.19).

A matriz e o ligante do material foram seleccionados com base nas especificações técnicas mais aptas para a manufactura de massa e estrutura. A selecção dos materiais teve também em conta os pressupostos de manufactura possíveis de utilizar de acordo com o objectivo do presente trabalho.

Desde logo, ao nível dos materiais cerâmicos, foram inicialmente ponderados os seguintes materiais (figura 3.20): a) arenito; b) calcário; c) granito; d) mármore; e) ardósia.

Ao nível dos materiais de metal, foram inicialmente ponderados os seguintes materiais (figura 3.21): a) aço inox; b) liga de cobre. Ao nível dos materiais poliméricos foram inicialmente ponderados os seguintes materiais (figura 3.22): a) acrílico; b) poliamida; c) poliestireno; d) acrinolitrilo butadieno estireno; e) epoxy; f) poliéster. Foi efectuado um diagrama síntese das características destes sob a forma de taxonomia, no qual também se procuram esquematizar processos possíveis para materiais compostos (figura 3.20+3.21+3.22).

Posteriormente a esta ponderação seleccionaram-se especificamente para utilização como matriz dos materiais compostos, os seguintes materiais: a) materiais cerâmicos; b) materiais naturais; c) materiais poliméricos. Previu-se logo materiais ecológicos para o trabalho, que tais materiais proveriam de entulho oriundo de construções civis em situações de calamidade ou de resíduos domésticos. Experimentaram-se então várias composições dos materiais de matriz como se verá mais à frente no ponto 2.3.2.

Para utilização com ligante, dos materiais compostos para produção dos componentes do abrigo, seleccionaram-se cimento, gesso e argila. Experimentou-se então nas composições de ligante, tal como se verá mais à frente no ponto 2.3.2.

A união da matriz com o ligante origina a dita massa do abrigo (figura 3.19).

Seleccionaram-se também materiais metálicos que serviram como estrutura do abrigo (figura 3.20+3.21+3.22), nomeadamente para a resolução de elementos horizontais como seja o tecto.

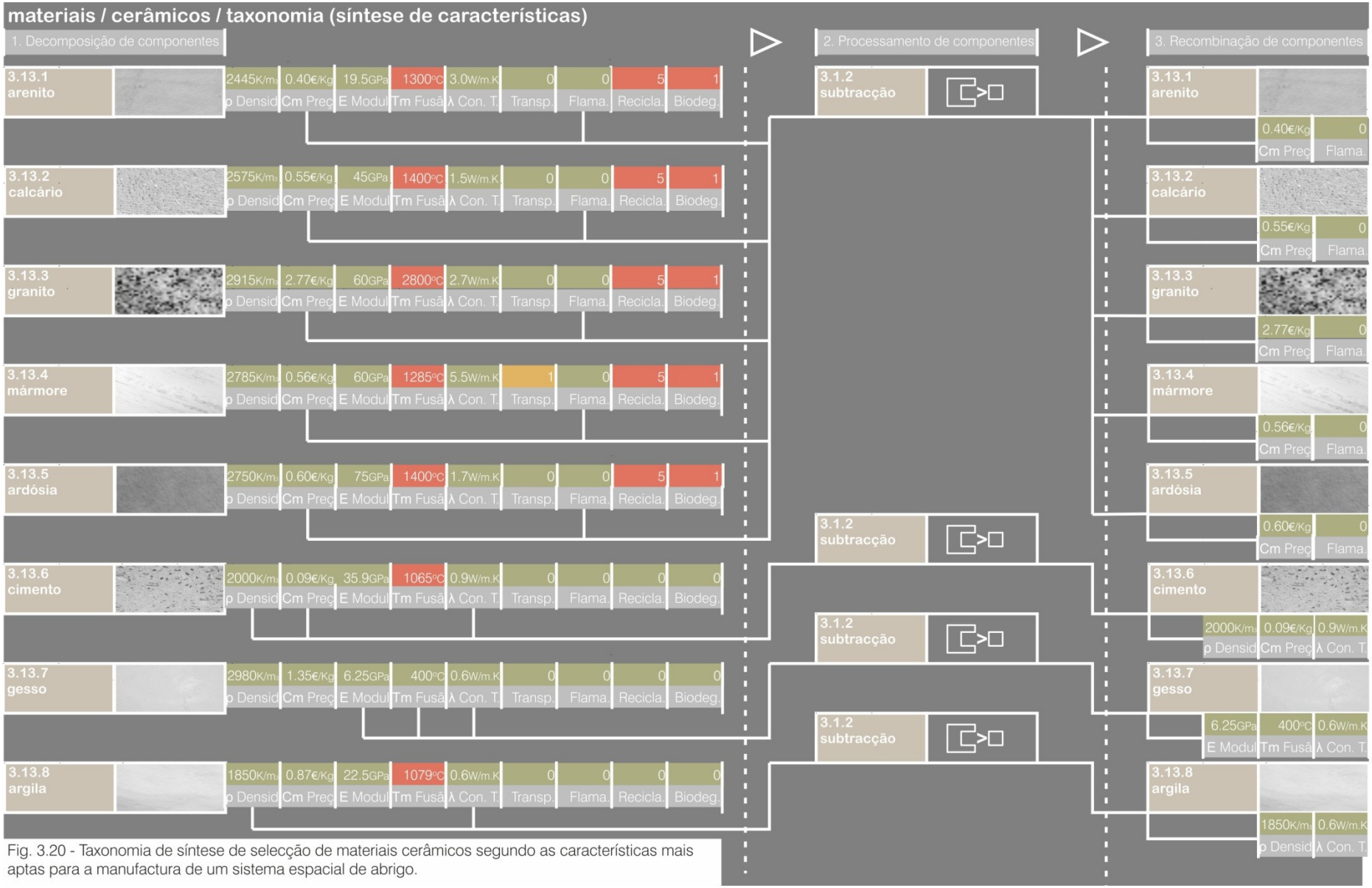


Fig. 3.20 - Taxonomia de síntese de selecção de materiais cerâmicos segundo as características mais aptas para a manufactura de um sistema espacial de abrigo.

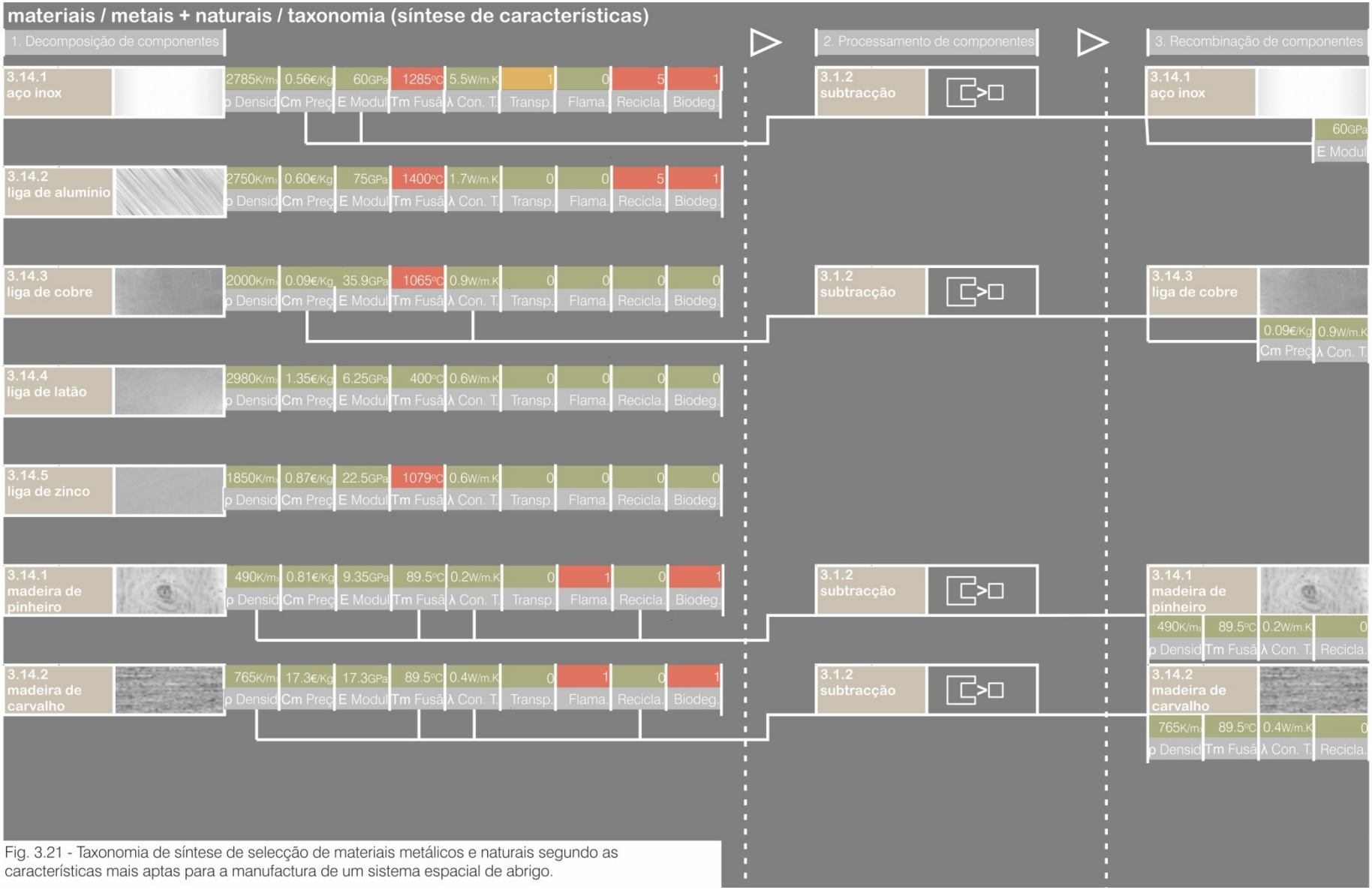


Fig. 3.21 - Taxonomia de síntese de selecção de materiais metálicos e naturais segundo as características mais aptas para a manufactura de um sistema espacial de abrigo.

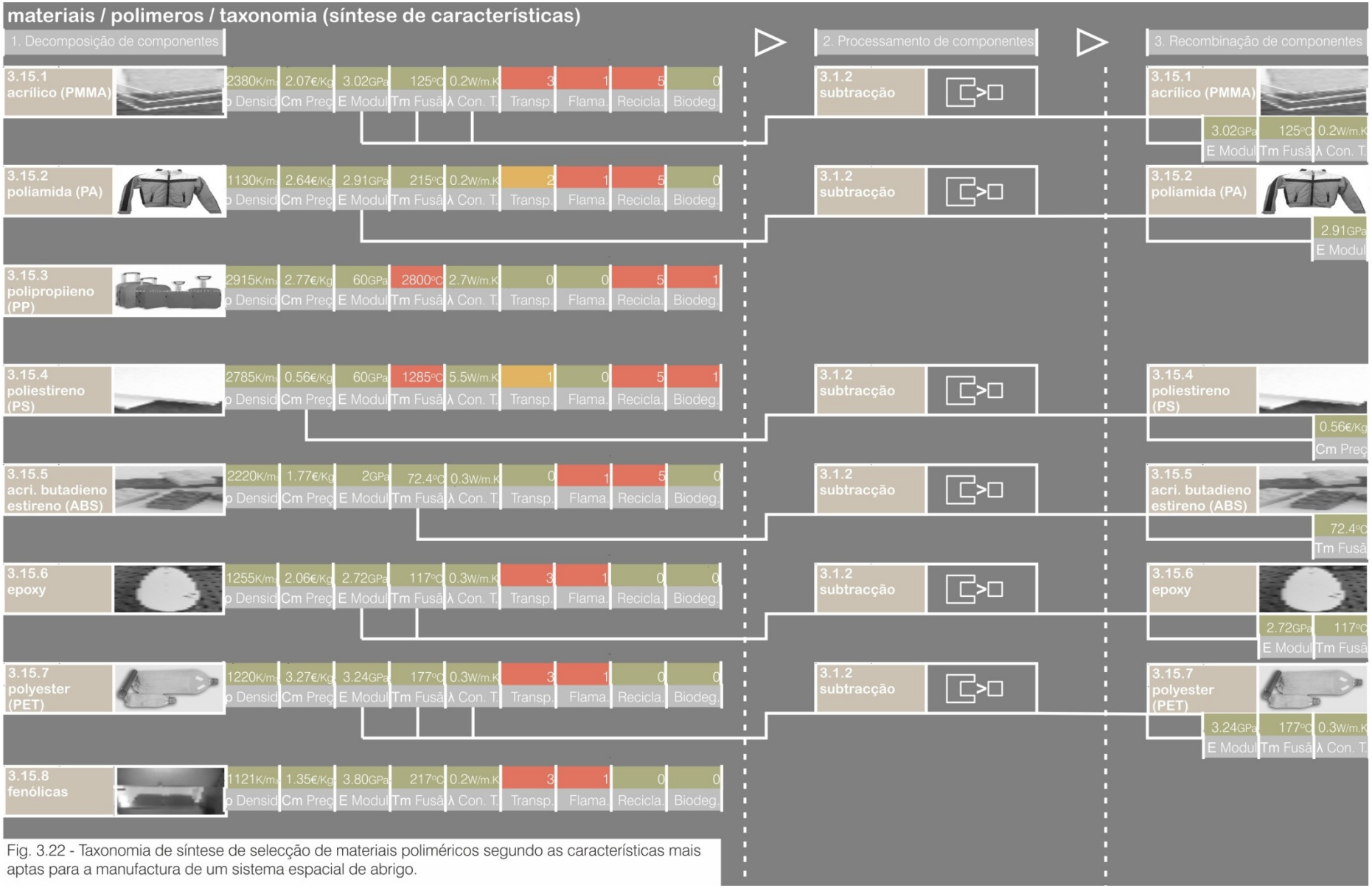


Fig. 3.22 - Taxonomia de síntese de selecção de materiais poliméricos segundo as características mais aptas para a manufactura de um sistema espacial de abrigo.

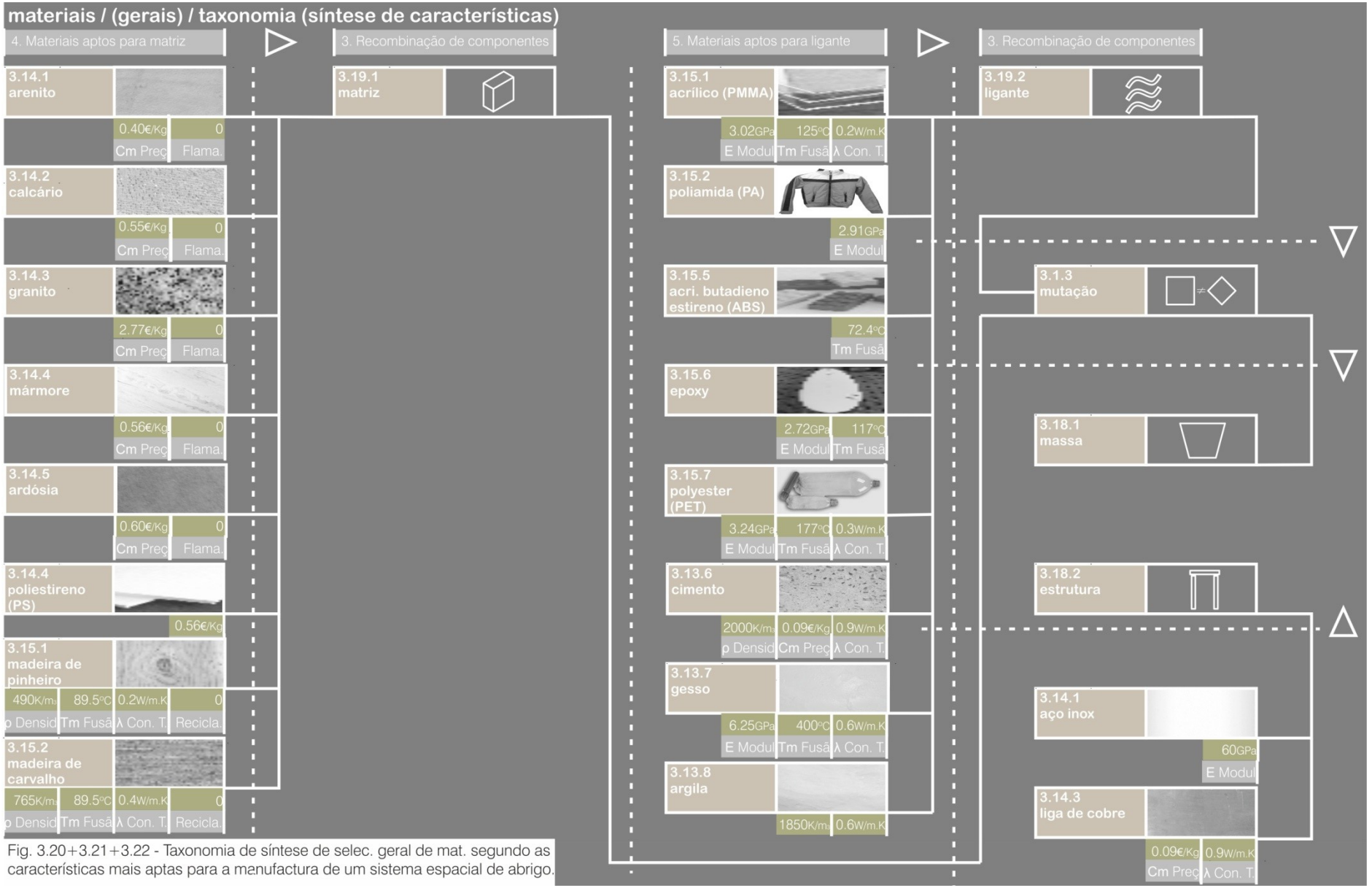


Fig. 3.20+3.21+3.22 - Taxonomia de síntese de selec. geral de mat. segundo as características mais aptas para a manufactura de um sistema espacial de abrigo.

3.3.2. TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO

O presente subcapítulo centrou-se no estudo de tecnologias de produção, procedendo-se a uma recolha das tecnologias principais existentes assim como das suas características técnicas.

A definição das diferentes tecnologias pretendeu seleccionar aquelas que melhor responderiam à solução do abrigo, tendo em conta o projecto pretendido e os materiais seleccionados atrás.

A recolha permitiu uma visão geral das possíveis soluções técnicas ao nível da produção. As tecnologias de produção foram subdivididas em oito grupos, a saber: a) modelação por modelagem; b) modelação por compósitos; c) modelação por deformação; d) modelação por usinagem; e) modelação por modelagem; f) modelação por prototipagem rápida; g) técnicas usadas na construção civil habitual; h) técnicas usadas na construção civil vernacular.

A caracterização das tecnologias foi complementada com especificações técnicas propícias a uma melhor compreensão e aplicação dos mesmos.

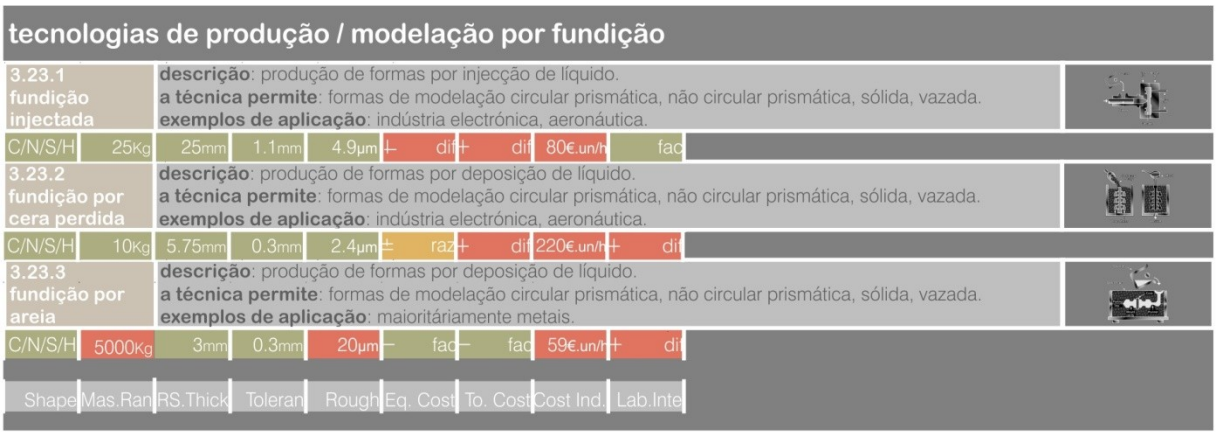


Fig. 3.23 - Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com modelação por fundição.

tecnologias de produção / modelação de compósitos

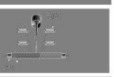
3.24.1 enrolar filamentos	**descrição**: produção de formas por enrolamento de filamentos. **a técnica permite**: formas de modelação circular prismática, não circular prismática, vazada. **exemplos de aplicação**: tubos de peso baixo, bicicletas.									
C/N/H	1500Kg	14mm	1.1mm	1.1µm	+ dif	± raz	443€.un/h	± raz		
3.24.2 pultrusão	**descrição**: produção de formas por camadas de resina e fibra. **a técnica permite**: formas de modelação circular prismática, não circular prismática: **exemplos de aplicação**: indústrias em geral.									
C/N	100Kg	9mm	0.6mm	0.95µm	+ dif	± raz	---	− fac		
3.24.3 deposição de camadas	**descrição**: produção de formas por camadas de resinas. **a técnica permite**: formas de modelação vazadas. **exemplos de aplicação**: indústrias metalúrgicas.									
H	3000Kg	6mm	1.4mm	1.85µm	− fac	− fac	516€.un/h	+ dif		
Shape	Mas.Ran	RS.Thick	Toleran	Rough	Eq. Cost	To. Cost	Cost Ind.	Lab.Inte		

Fig. 3.24 - Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com modelação de compósitos.

tecnologias de produção / modelação por deformação

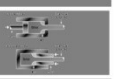
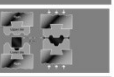
3.25.1 extrusão	**descrição**: produção de formas por expansão de sólidos. **a técnica permite**: formas de modelação circular prismática, não circular prismática. **exemplos de aplicação**: perfis de caixilharias, carris.									
C/N	500Kg	450mm	0.26mm	1.1µm	+ dif	+ dif	80€.un/h	− fac		
3.25.2 forjamento	**descrição**: produção de formas por compressão de sólidos. **a técnica permite**: formas de modelação não circular prismática, vazada. **exemplos de aplicação**: indústrias em geral.									
N/S	250Kg	127mm	0.6mm	7.9µm	+ dif	+ dif	20€.un/h	− fac		
3.25.3 laminagem	**descrição**: produção de formas por transformação de sólidos. **a técnica permite**: formas de modelação circular prismática, não circular prismática. **exemplos de aplicação**: maioritáriamente metais.									
C/N	1260Kg	126mm	0.3mm	7.9µm	+ dif	+ dif	29€.un/h	− fac		
Shape	Mas.Ran	RS.Thick	Toleran	Rough	Eq. Cost	To. Cost	Cost Ind.	Lab.Inte		

Fig. 3.25 - Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com modelação por deformação.

tecnologias de produção / modelação por maquinagem

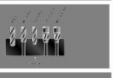
3.26.1 corte	**descrição**: produção de formas por corte de sólidos. **a técnica permite**: formas de modelação por folha. **exemplos de aplicação**: placas de madeira, pedra. caixilharias, carris.									
F	1000Kg	52mm	1mm		± razd0.2	− facd0.1	80€.un/h	± razd0.2		
3.26.2 perfuração	**descrição**: produção de formas por furação de sólidos. **a técnica permite**: formas de modelação circular prismática, não circular prismática, sólida, folha.**exemplos de aplicação**: elementos vazados.									
C/N/S/F	1000Kg	----------	0.2mm	13µm	± razd0.2	− facd0.1	----------	+ difd0.3		
3.26.3 torno e fresa	**descrição**: produção de formas por remoção de sólidos. **a técnica permite**: formas de modelação circular prismática, não circular prismática, sólida, folha.**exemplos de aplicação**: objectos axiais circulares.									
C/N/S/F	1000Kg	500mm	0.2mm	3.4µm	± razd0.2	− facd0.1	29€.un/h	+ difd0.3		
Shape	Mas.Ran	RS.Thick	Toleran	Rough	Eq. Cost	To. Cost	Cost Ind.	Lab.Inte		

Fig. 3.26 - Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com modelação por maquinagem.

tecnologias de produção / processos para fabrico de compósito

3.27.1 sopro	**descrição**: produção de formas por expansão de volume. **a técnica permite**: formas de modelação por folha. **exemplos de aplicação**: garrafas de bebidas.									
F	0.15Kg	1.7mm	0.63mm	----------	± raz	± raz	----------	− fac		
3.27.2 injecção	**descrição**: produção de formas por injecção de sólidos. **a técnica permite**: formas de modelação circular prismática, não circular prismática, sólida, vazada.**exemplos de aplicação**: motores e electrodomésticos.									
C/N/S/F	12.5Kg	3.35mm	0.54mm	----------	+ dif	− fac	----------	+ dif		
3.27.3 vazamento de resina	**descrição**: produção de formas por deposição de líquidos. **a técnica permite**: formas de modelação circular prismática, não circular prismática, sólida, vazada.**exemplos de aplicação**: porcelanas.									
C/N/S/F	350Kg	303mm	1.4mm	----------	− fac	− fac	----------	± raz		
3.27.4 termo formação	**descrição**: produção de formas por deformação térmica. **a técnica permite**: formas de modelação por folha. **exemplos de aplicação**: cadeiras de exterior.									
F	5Kg	3.13mm	0.75mm	----------	− fac	− fac	----------	+ dif		
Shape	Mas.Ran	RS.Thick	Toleran	Rough	Eq. Cost	To. Cost	Cost Ind.	Lab.Inte		

Fig. 3.27 - Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com processos para fabrico de compósito.

tecnologias de produção / modelação por fabrico aditivo

3.28.1 impressão 3D	**descrição**: produção de formas por injecção de partículas. **a técnica permite**: formas de modelação circular prismática,não circular prismática, sólida, vazada. **exemplos de aplicação**: objectos da área médica.									
C/N/S/F	15Kg	50mm	0.3mm	----------	+ dif	− fac	----------	raz		
3.28.2 deposição de camadas	**descrição**: produção de formas por deposição de camadas. **a técnica permite**: formas de modelação circular prismática, não circular prismática, sólida, vazada. **exemplos de aplicação**: objectos da área médica.									
C/N/S/F	2.5Kg	50mm	1.2mm	----------	+ dif	− fac	----------	dif		
3.28.3 laser	**descrição**: produção de formas por aglutinação de camadas. **a técnica permite**: formas de modelação circular prismática, não circular prismática, sólida, vazada. **exemplos de aplicação**: objectos da área médica.									
C/N/S/F	3Kg	303mm	1.4mm	----------	+ dif	fac	----------	dif		
Shape	Mas.Ran	RS.Thick	Toleran	Rough	Eq. Cost	To. Cost	Cost Ind.	Lab.Inte		

Fig. 3.28 - Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com modelação por fabrico aditivo.

tecnologias de produção / técnicas usadas na construção civil usual

3.29.1 cofragem	**descrição**: produção de formas por moldes sólidos. **a técnica permite**: formas de modelação circular prismática, não circular prismática, sólida, vazada. **exemplos de aplicação**: paredes e muros em betão armado.									
C/N/S/F	15Kg	50mm	0.3mm	----------	+ dif	− fac	----------	= raz		
3.29.2 assemblagem	**descrição**: produção de formas em linha de montagem. **a técnica permite**: formas de modelação circular prismática, não circular prismática, sólida, vazada. **exemplos de aplicação**: empilhamento de embalagens.									
C/N/S/F	2.5Kg	50mm	1.2mm	----------	+ dif	− fac	----------	+ dif		
Shape	Mas.Ran	RS.Thick	Toleran	Rough	Eq. Cost	To. Cost	Cost Ind.	Lab.Inte		

Fig. 3.29 - Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com técnicas usadas na construção civil usual.

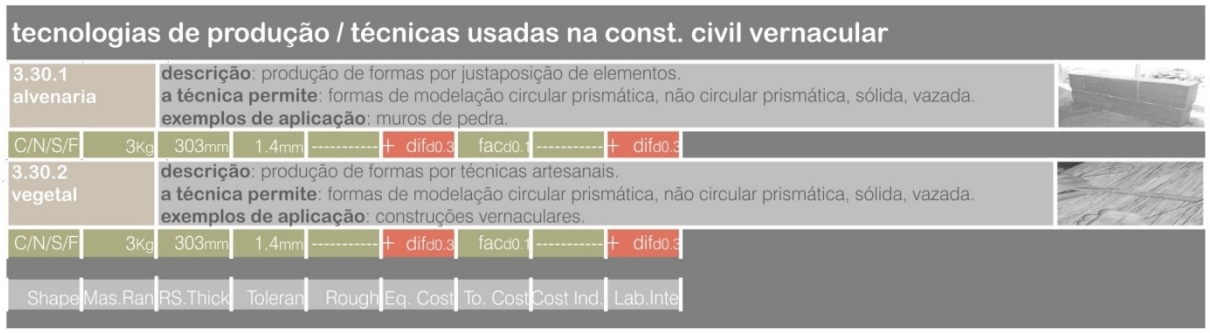


Fig. 3.30 - Recolha de características de componentes de tecnologias de produção com técnicas usadas na construção civil vernacular.



Fig. 3.31 - Recolha de componentes de formas possíveis de obter através das principais tecnologias de produção.

Os oito tipos básicos de tecnologias de produção foram analisados pelos níveis referidos acima e quantificado e classificadas qualitativamente, como se disse atrás, em fácil, razoável e difícil. Estas características das tecnologias de produção, quer quantitativas quer qualitativas, foram conceptualizadas também como componentes que se incluem no

componente correspondente à sua tecnologia de produção. Assim foi possível (tal como se efectuou para os materiais) descombinar as características internas a cada tecnologia de produção e recombiná-las para conseguir obter uma outra mais apta à situação que se pretende.

Tendo em conta as tecnologias de produção verificadas, a "produção de massa", "maquinação de massa" e "união de massa" (figura 3.35) serviram para o design propriamente dito dos componentes (i.e. projecto e manufactura. Nesta fase de recolha, a produção de massa foi o resultado sistemático a aplicar na concretização dos componentes arquitectónicos na parte prática de experiência, a maquinação de massa foram as tecnologias de produção que podem ser necessárias para, por exemplo, uma possível rectificação da produção de massa, a união de massa foram as tecnologias de produção consideradas aproximadas na união dos componentes arquitectónicos obtidos na solução desenvolvida como parte prática de experiencia que se segue.

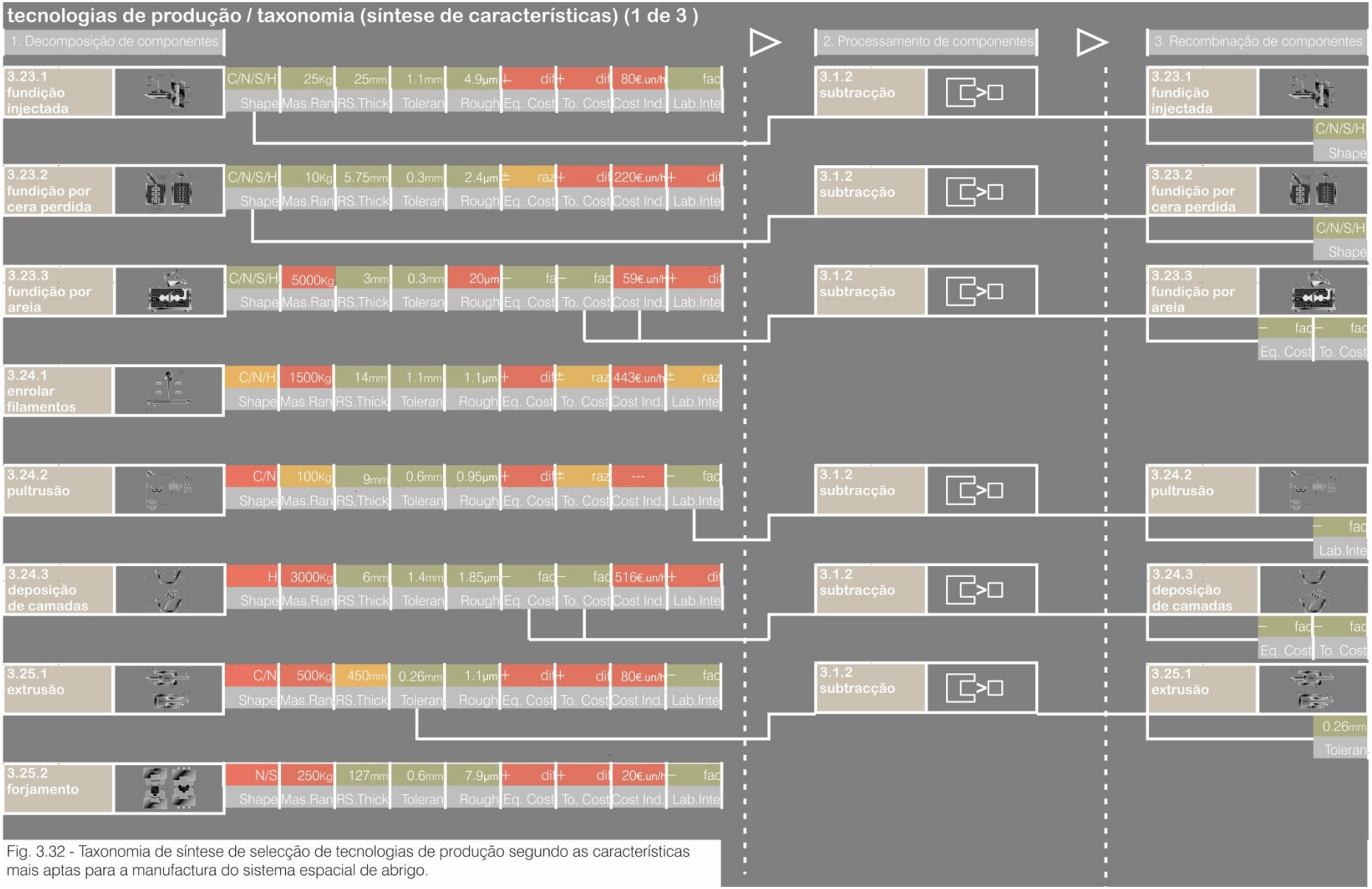


Fig. 3.32 - Taxonomia de síntese de selecção de tecnologias de produção segundo as características mais aptas para a manufactura do sistema espacial de abrigo.

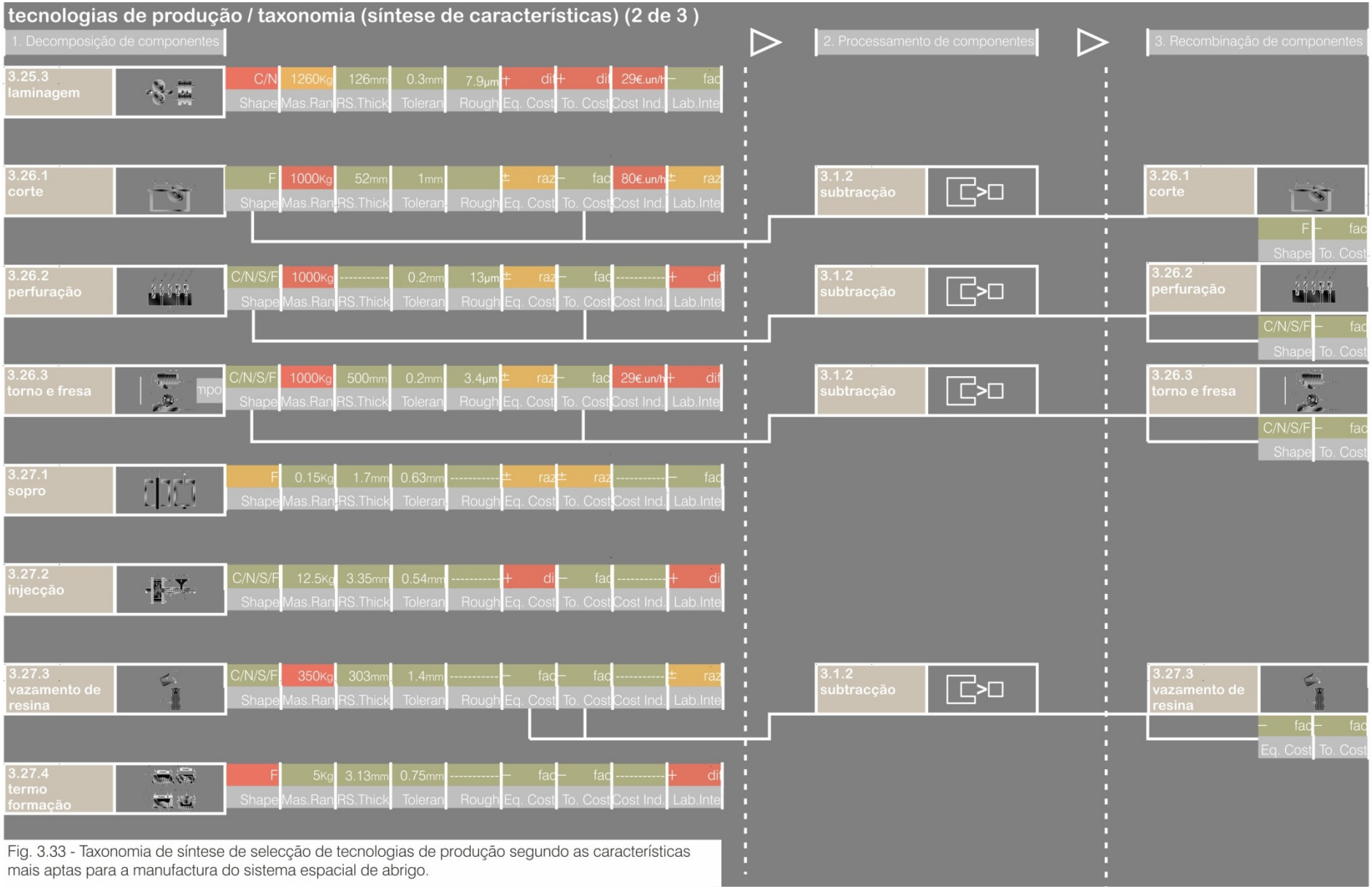


Fig. 3.33 - Taxonomia de síntese de selecção de tecnologias de produção segundo as características mais aptas para a manufactura do sistema espacial de abrigo.

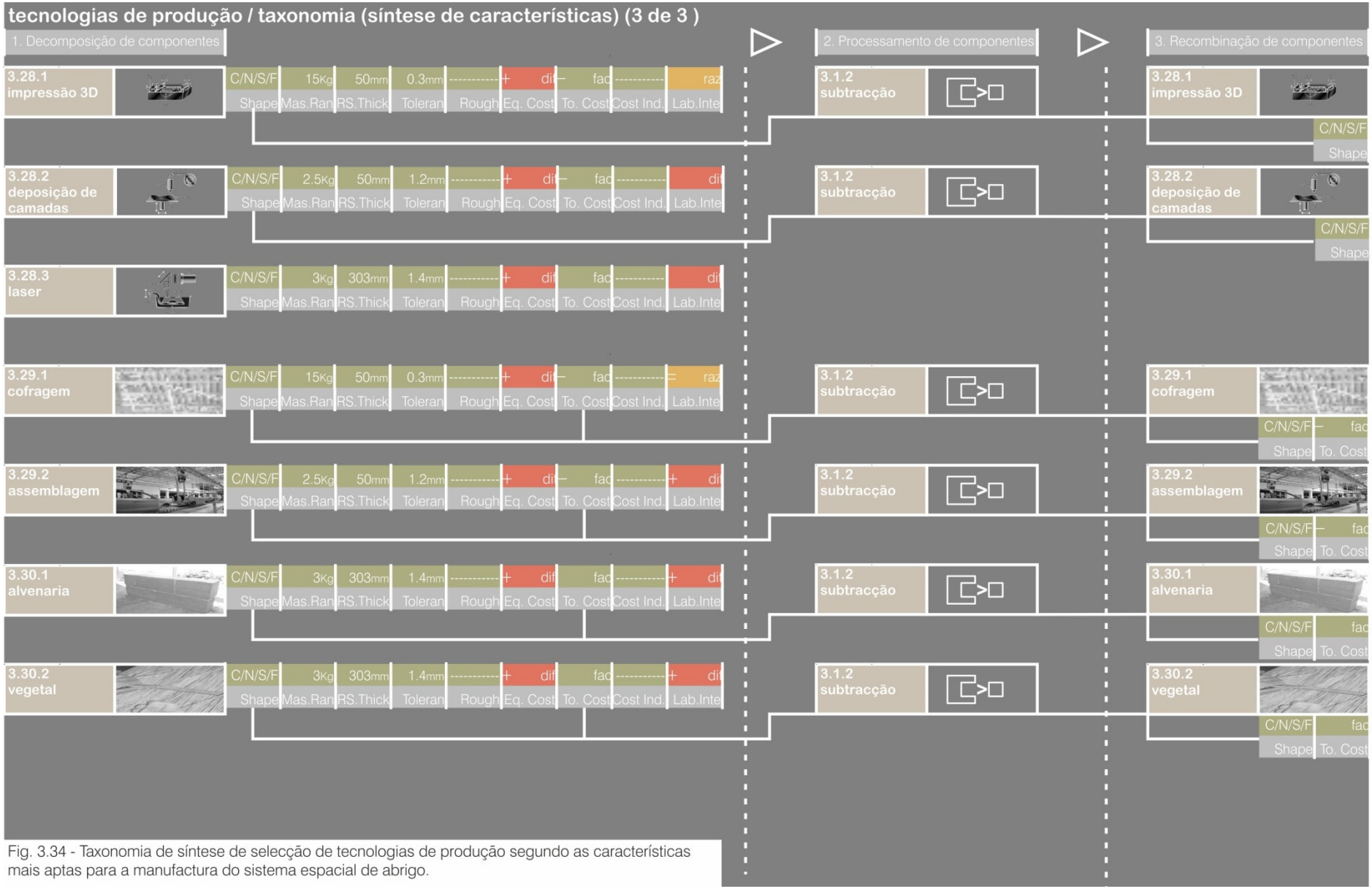


Fig. 3.34 - Taxonomia de síntese de selecção de tecnologias de produção segundo as características mais aptas para a manufactura do sistema espacial de abrigo.

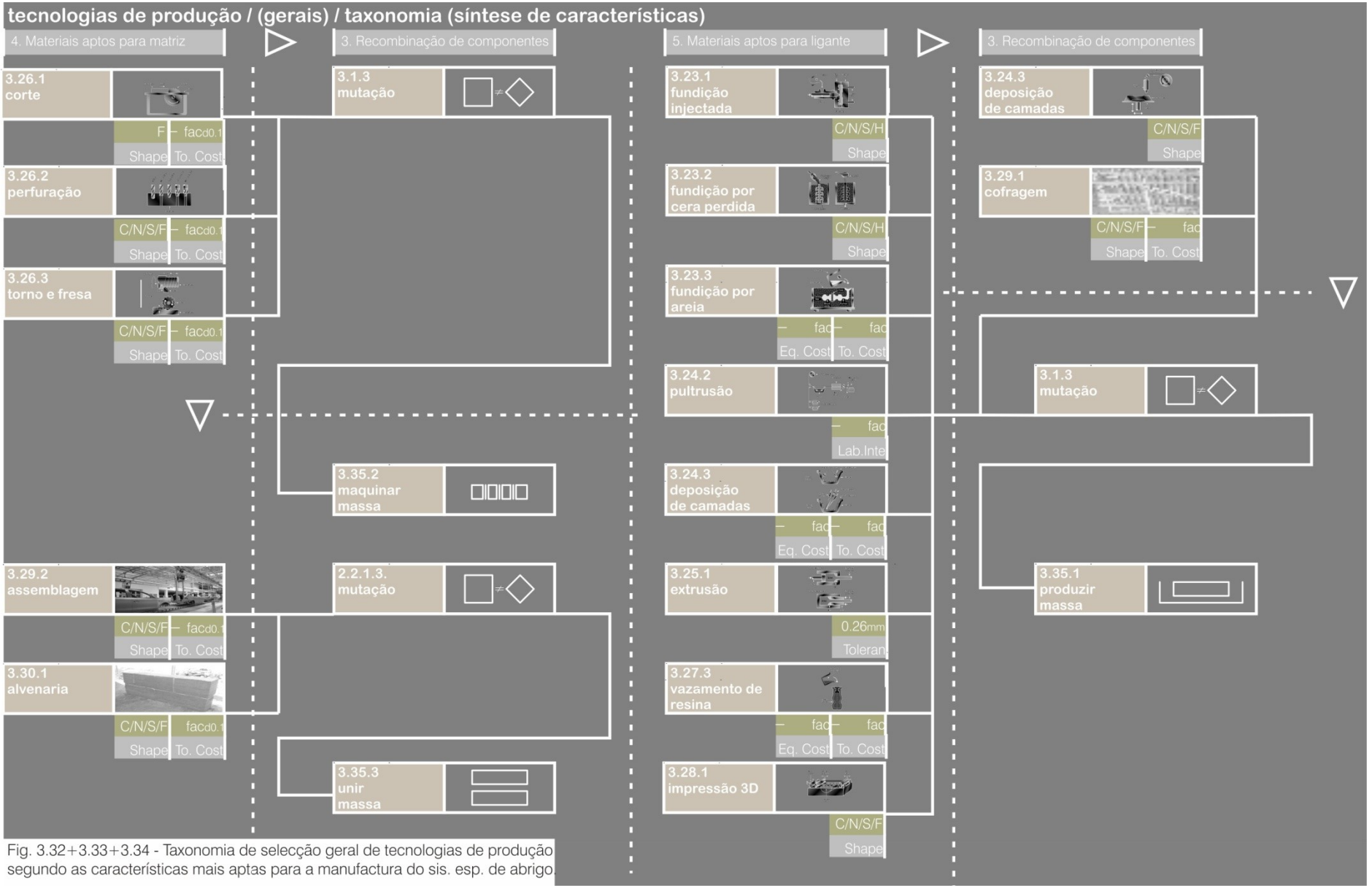


Fig. 3.32+3.33+3.34 - Taxonomia de selecção geral de tecnologias de produção segundo as características mais aptas para a manufactura do sis. esp. de abrigo.

4. PARTE PRÁTICA – EXPERIÊNCIA / CONCRETIZAÇÃO

4.1. INTRODUÇÃO

A abordagem nesta parte prática de experiência / concretização, visou a aplicação da parte teórica e de recolha.

Desde logo procurou-se operar hegemonicamente com metodologias qualitativas próprias das disciplinas de design para controlar metodologias quantitativas. De entre os três vectores de abordagem descritos no capítulo 2 (diagrama, texto e forma), privilegiou-se o diagrama (como se viu, no trabalho utilizaram-se escalas de medição físicas e quantitativas tradicionais como peso, dimensão e volume) como síntese complementado por descrições textuais e pontual apresentação formal do resultado físico do estudo. Mais concretamente o resultado da forma explicita-se na concretização do projecto e nas opções de manufactura dos componentes arquitectónicos apresentados. Correspondeu à concretização do abrigo propriamente dito aplicando as ideias desenvolvidas no trabalho e na fase de recolha.

O trabalho enfatizou a síntese de diagramas e formas, visando a: a) concepção do projecto do sistema espacial de abrigos e dos seus componentes arquitectónicos, de acordo com pressupostos estudados na fase de recolha; b) a experimentação de manufactura mediante a elaboração de provetes dos materiais seleccionados na fase de recolha.

Visou-se também a organização de um sistema taxonómico ao nível da concretização projectual e produção: a) ao nível de projecto abordaram-se dois aspectos, um referente aos componentes do sistema de abrigos, outro referente à modelação do mesmo (i.e. os componentes concebidos permitiram modelar o sistema espacial). A modelação permitiu experimentar o sistema espacial de abrigo, ao nível da execução construtiva dos componentes arquitectónicos; b) ao nível da manufactura abordaram-se dois aspectos: um relacionado com a experimentação de materiais, outra experienciando tecnologias de produção (i.e. os componentes concebidos permitiram experimentar a construção dos mesmos com provetes, tal como se verá mais à frente, em condições próximas da utilização de resíduos de construções civis e de materiais naturais).

De facto, tal como foi enunciado como objectivo do trabalho, visou-se experimentar modos de projecto e manufactura pressupondo a utilização de recursos locais na execução de componentes arquitectónicos para conformação do abrigo.

4.2. PROJECTO

Nesta parte prática de experiencia / concretização visou-se a aplicação da anterior recolha na conformação de componentes (3.2.1) e modelação (3.2.2).

4.2.1. COMPONENTES

Este subcapítulo da parte prática de experiência / concretização centra-se na aplicação da recolha no design formal dos componentes arquitectónicos.

Tal aplicou a teoria da gramática da forma no desenho dos componentes. De facto (como se viu na fase de recolha) os componentes foram considerados combináveis entre si e constituem sequências operativas, conceptualizadas como taxonomicamente como linguagem de design, e o design do componente foi projectado como peça de um puzzle, que se combinou entre si por adição, subtracção e pontualmente mutação (figura 3.1).

Sistematizou-se ao nível do projecto um objecto base para combinação sequencial (i.e. o próprio objecto foi considerado como componente), e procurando-se sistematizar uma linguagem de design que atenda à concepção e ao fabrico. Assim, o resultado foi o design do próprio componente arquitectónico, obtido como prática experimental de toda a investigação realizada.

Ao nível da concepção, o desenho do componente arquitectónico seguiu a forma regular (componente 3.3.1) definida como a mais indicada tanto para a modelação do abrigo como instalação temporária versátil assim como para a sua manufactura usando resíduos e materiais naturais.

O dimensionamento do componente teve em conta o estudo efectuado na parte prática de recolha para responder às necessidades mínimas do habitar (figura 3.7). O seu dimensionamento baseou-se na área útil de $1m^2$, determinada pelo espaço ocupado por uma pessoa estudada ao nível dos módulos (figura 3.5) na parte prática de recolha.

O tema da manufactura abordada na fase de recolha levou a que o design do componente fosse constituído por duas partes: a massa e a estrutura (figura 3.13). A massa da envolvente proveio de materiais e tecnologias de produção seleccionadas na parte prática de recolha (capítulo 3.3).

O design do componente arquitectónico assentou na ideia de assemblagem propriamente dita estudada na parte prática de recolha (a principal influência foi a das peças de um puzzle), dado que tal configuração permitia variadas combinações e processos para a formação de qualquer arquitectura do abrigo.

Assim, a determinação da geometria e dimensionamento da massa envolvente do componente arquitectónico em concordância com as tecnologias de produção, foi definido como tendo uma espessura de 5cm (o encaixe das peças da envolvente realiza-se por dentes de 5cm). A configuração da peça pretendeu evitar uma maquinação de massa envolvente (nomeadamente evitar-se a perfuração de dentes para intersecção da estrutura). A ideia de união dos painéis de massa foi influenciada pela ideia de contraventamento com dentes, existente nas alvenarias correntes e, sobretudo, pela ideia de união / assemblagem por "costura" enunciado na fase de recolha (figura 3.9).

Ao nível estrutural a solução construtiva foi a de introduzir quatro perfis tubulares metálicos com diâmetro de 4cm no meio de cada dente (ver figura 3.2.1.) onde durante a manufactura do componente arquitectónico (evitando-se assim qualquer perfuração). Estes serviram para encaixe macho-fêmea de um outro perfil tubular metálico de diâmetro mais reduzido (3cm) e com comprimento de 1m, permitindo a união / assemblagem de massa de componentes, assim como assegurando a estrutura do sistema espacial de abrigo (figura 4.1).

componentes / design do(s) componente(s) arquitectónico(s) (objecto de design industrial universal)

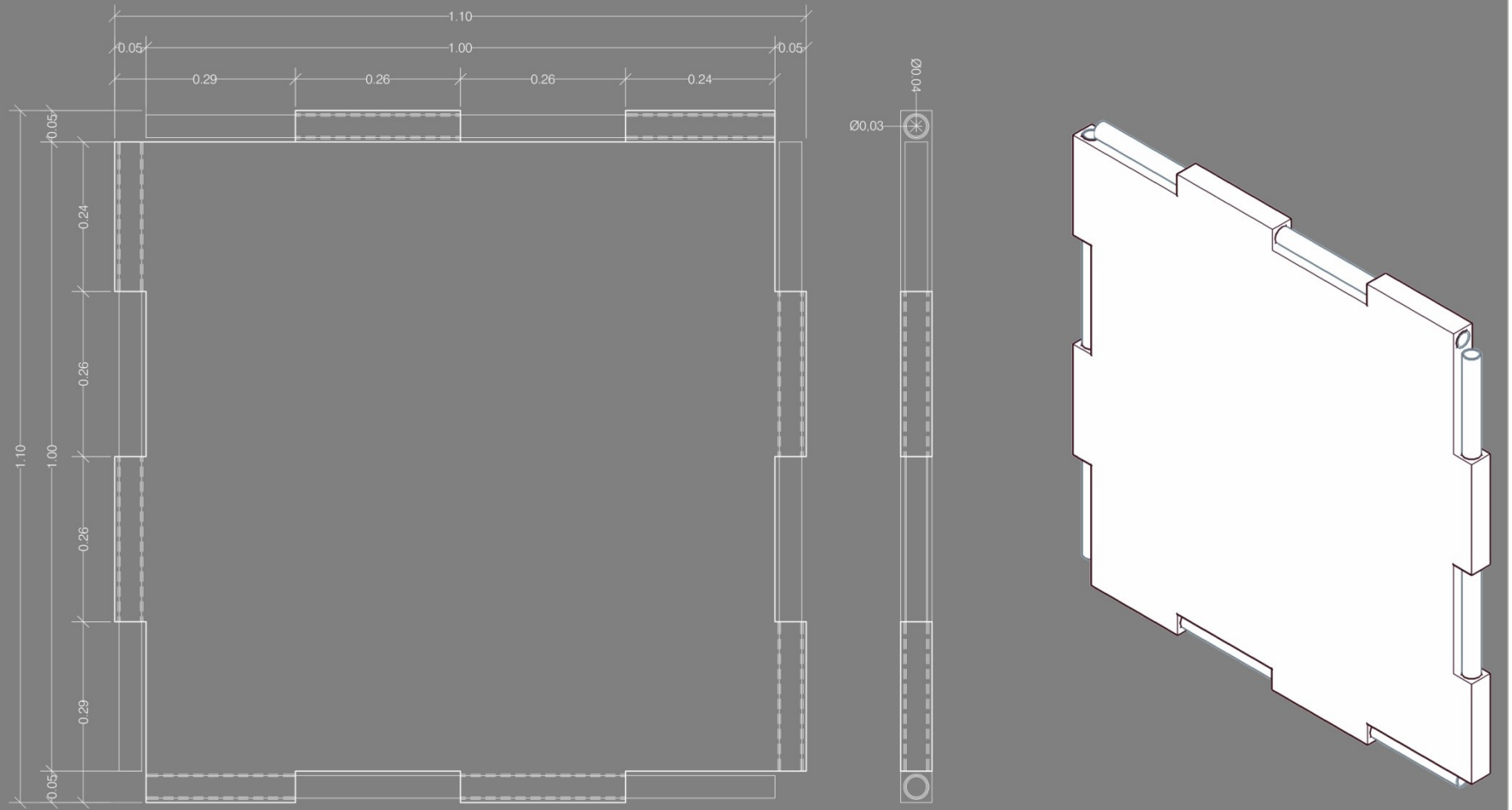


Fig. 4.1 - Projecto de design industrial (experimental) do componente arquitectónico a ser aplicado como objecto universal de combinação para a assemblagem de um sistema espacial de abrigo.

4.2.2. MODELAÇÃO

Este subcapítulo da parte prática da experiencia / concretização centrou-se na modelação, aplicando a informação obtida na parte prática de recolha sobre projecto (3.2).

Assim, a análise partiu da recolha de informação sobre aspectos relacionados com os abrigos, tendo-se definido posteriormente os parâmetros propícios aos modos de habitar. A presente parte de modelação teve como base a modelação da fase de recolha (3.2.2), permitindo sintetizar-se uma solução tipo (sob a forma de planta de arquitectura), para o sistema espacial de abrigo (figura 4.2).

Procedeu-se ao design do sistema espacial de abrigo, atendendo-se à sua viabilidade técnica ao nível da sua pormenorização construtiva (i.e. detalhes) e da definição dos componentes em termos de projecto de execução. A síntese exposta na figura 4.3, apresenta-se sob a forma de um corte tipo que inclui toda a referida pormenorização construtiva. Como se verá, a sua constituição atende aos temas tradicionais da tectónica pela sua simplicidade construtiva e de fácil montagem, incluindo: a) chão; b) paredes; c) tectos. O chão foi assegurado pelo uso de painéis na horizontal, apoiados directamente no pavimento. As paredes foram constituídas por componentes na vertical, os quais suportam-se estaticamente pelo seu peso próprio, e o auxílio dos elementos estruturais providenciados pelas barras de metal indicadas no capítulo 3.2.1. Os tectos foram constituídos por componentes usados na horizontal, os quais se suportam com recurso das barras de metal, presentes nos componentes que os unem e, neste caso, os suspendem e fixam às paredes laterais. Alerte-se que estas apenas poderão suportar vãos, pelo menos num dos dois pares de paredes paralelas que descarregam as forças do tecto, com um máximo de 2m de vão livre entre as paredes.



Fig. 4.2 - Projecto de arquitectura (experimental) da modelação espacial a ser aplicada como espaço tipo, isto é como exemplo de solução da combinação de áreas (figura 3.7).

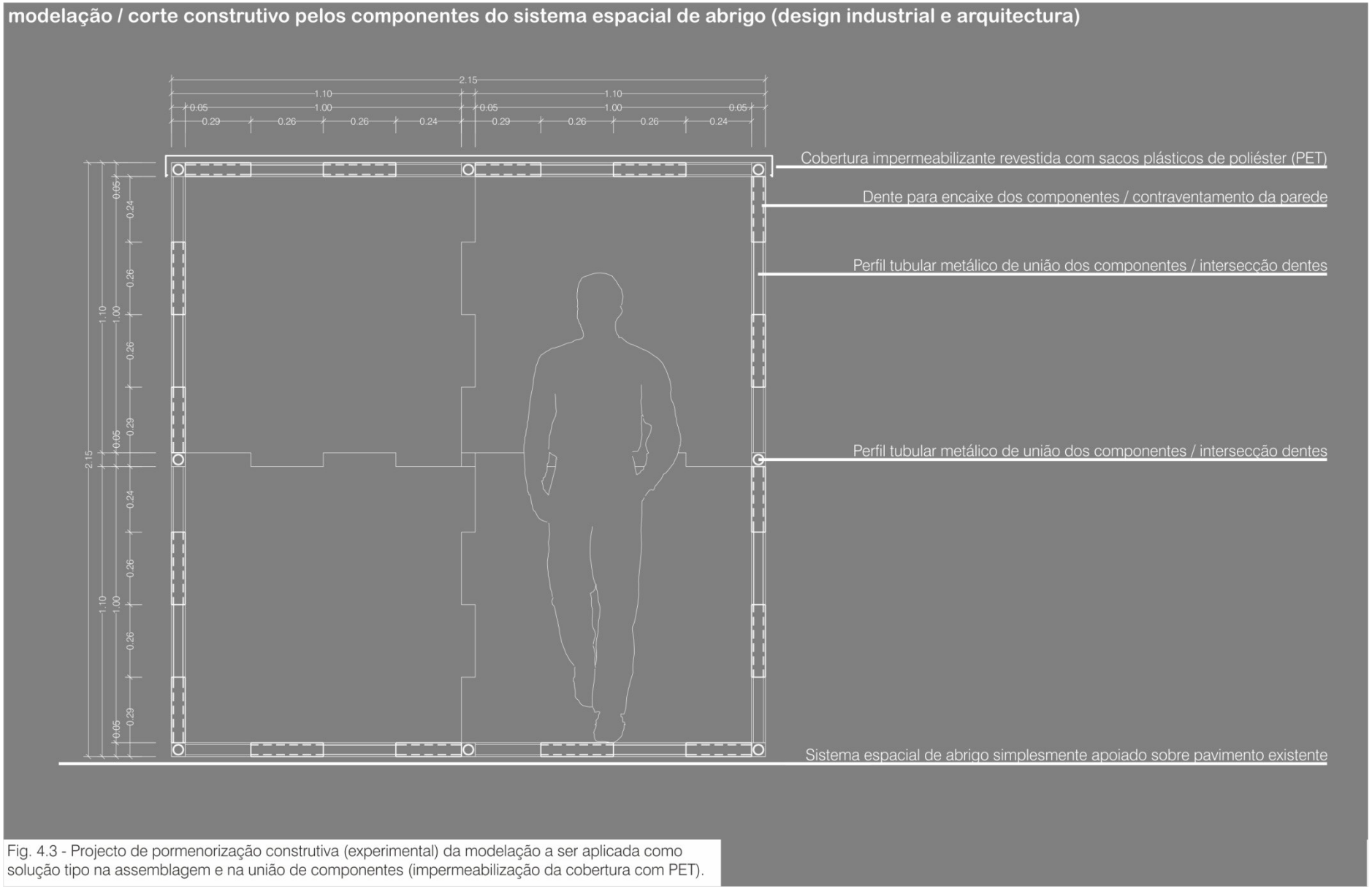


Fig. 4.3 - Projecto de pormenorização construtiva (experimental) da modelação a ser aplicada como solução tipo na assemblagem e na união de componentes (impermeabilização da cobertura com PET).

4.3. MANUFACTURA

Este subcapítulo da parte prática de experiência / concretização centrou-se na aplicação da recolha de materiais (3.3.1) e de tecnologias de produção (3.3.2).

4.3.1. MATERIAIS

Neste presente fase definiu-se a melhor solução para o material da massa, a qual envolveu a ponderação da sua compatibilidade com a estrutura adoptada, tem do em conta a síntese obtida (figura 3.15) na parte prática de recolha relativa à manufactura (3.3). Tal como referido no capítulo 3.3.1, o material adoptado para os componentes arquitectónicos consiste num composto advindo de adição de matriz e ligante (figura 3.19), entre os materiais recolhidos no capítulo 3.3.1. Os designados como "elementos de composição" (figura 3.3.1.1.) foram os instrumentos utilizados para a produção da referida "massa".

Estes "elementos de composição" envolveram os seguintes instrumentos: a) balde; b) luvas; c) pano; d) balança; e) calculadora; f) papel e caneta; g) mesa de trabalho. O balde serviu para misturar constituintes de ligantes e matrizes. As luvas permitiram o manuseamento dos materiais. O pano a limpeza de derrame. A balança serviu para medição da massa. A calculadora para efectuar cálculos de massa, volume e preço. O papel e a caneta para registo.

Tal como resultou na parte prática de recolha, os materiais seleccionados para as experiências efectuadas nesta fase partiram do diagrama taxonómico da figura 3.22. O conjunto de água, areia e cimento, constituiu um dos dois ligantes seleccionados. O outro ligante experimentado foi a resina de poliéster (PET). Uma de duas matrizes seleccionadas de entre os materiais recolhidos foi os vegetais (como seja a madeira de pinheiro e a de carvalho por serem exemplos escolhidos de entre as autóctones na maior parte do planeta), tanto pelas suas características técnicas como por serem materiais naturais abundantes. A outra matriz experimentada foi o entulho (por ser o material residual de alvenarias de tijolo, encontrado na maioria das situações de calamidade como resultado do desmoronamento de edificações correntes). Destacaram-se assim os "elementos de composição", seleccionados entre os

materiais obtidos na fase de recolha para as serem experimentados para produzir massa (figura 4.4), os quais foram: a) água; b) areia; c) cimento; d) vegetais; e) poliéster líquido; f) catalisador; g) entulho.

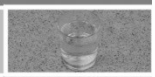
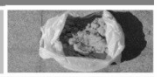
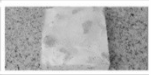
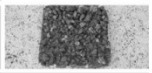
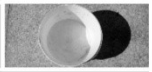
materiais / elementos de composição		
4.4.1 água	**descrição**: elemento existente em quase todos os locais terrestres, com excepção da água do mar por não ser indicada como material de construção.	
4.4.2 areia	**descrição**: areia destinada a construções civis tradicionais ou afins.	
4.4.3 vegetais	**descrição**: todo o tipo de materiais obtidos directamente da natureza orgânica.	
4.4.4 poliéster (PET) (líquido)	**descrição**: resina no estado líquido de polímero de poliéster (PET).	
4.4.5 catalisador	**descrição**: líquido para endurecer a resina de poliéster, isto é, passa do estado líquido para o estado sólido.	
4.4.6 cimento	**descrição**: material composto constituido essencialmente por água, areia e cimento.	
4.4.7 entulho	**descrição**: resíduos derivados da construção civil usual, constituido por materiais inorgânicos cerâmicos, nomeadamente encontrados em situações de calamidade ou resíduos de obras de construção civil.	
4.4.8 balde	**descrição**: objecto para misturar constituintes (p.e. materiais) para elaboração de materiais compostos.	
4.4.9 luvas	**descrição**: instrumentos para manusear materiais e outros constituintes corrosivos.	
4.4.10 pano	**descrição**: instrumento apto a limpar constituintes em excesso.	
4.4.11 balança	**descrição**: instrumento de medição do peso (ou massa) de materiais.	
4.4.12 calculadora	**descrição**: instrumento de cálculo apto a operações quantitativas.	
4.4.13 papel e caneta	**descrição**: instrumentos para registo analógico de quantidades (texto) ou de desenhos (diagramas).	
4.4.14 mesa de trabalho	**descrição**: objecto de suporte para operações práticas da parte experimental do presente estudo.	

Fig. 4.4 - Elementos usados para composição (experimental) da manufactura para formação de componentes de materiais.

Paralelamente foram experimentados os materiais para a estrutura, com base na mesma recolha referida (figura 3.22). Seleccionando-se o aço inox e a liga de cobre, pelas suas características técnicas: em primeiro lugar aço inox pelo seu relativo alto módulo de

elasticidade (“E” com 60GPa) e em segundo lugar a liga de cobre pelo seu baixo custo (“Cm” com 0,09€/Kg) e pela sua baixa condutibilidade térmica (“λ” com 0,9W/m.K).

Esta parte prática de experiência com materiais envolveu já a preparação destes com as tecnologias de produção referidas para a manufactura (figura 4.5). Nas experiências utilizou-se pequenos moldes (para obter peças de 10x10x2cm) em poliestireno expandido (PS), procurando definir aspectos qualitativos e quantitativos do resultado.

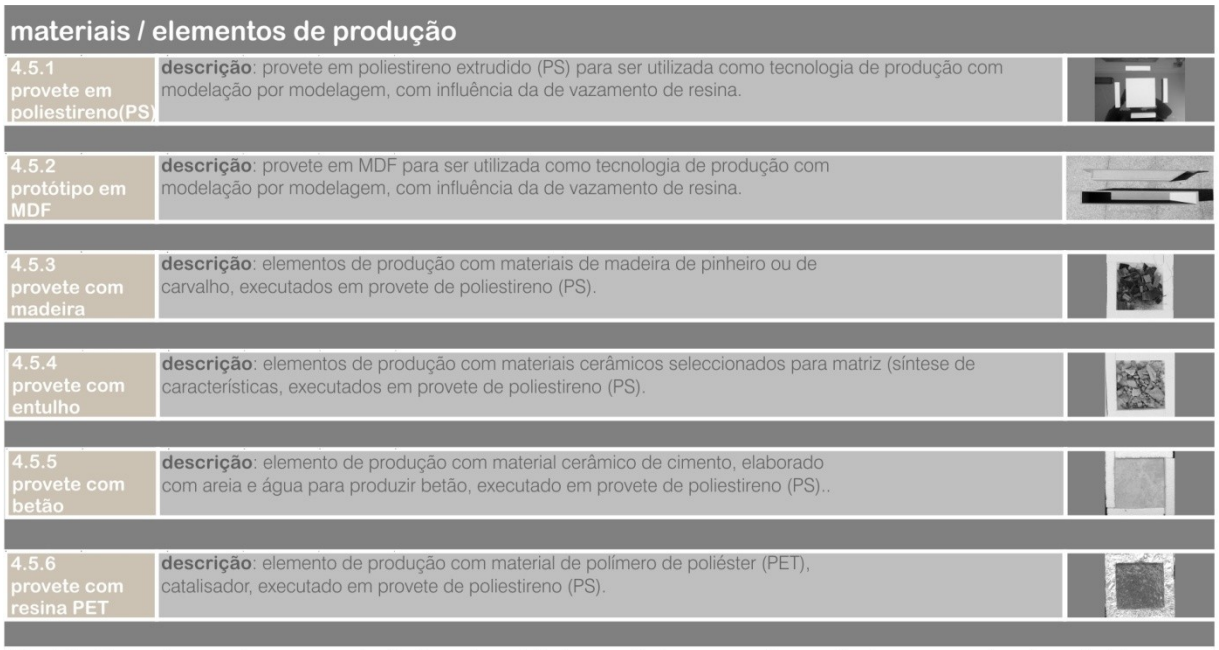


Fig. 4.5 - Elementos usados para produção (experimental) da manufactura para a formação de componentes de materiais.

Foram então experimentados quatro tipos de provetes com base na recolha de materiais: a) com matriz madeira; b) com matriz entulho; c) com ligante betão; d) com ligante resinas poliéster (PET). Posteriormente passamos a designa a matriz por “M” (Me para entulho e Mv para madeira) e o ligante por “L” (Lc para cimento e Lp para poliéster). A definição destas composições resulta da prévia selecção de materiais que fossem exequíveis na manufactura dos componentes do sistema de abrigo (do ponto de vista da performance e da facilidade).

4.3.2. TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO

Neste subcapítulo da parte prática de experiência / concretização centrou-se na aplicação da recolha de tecnologias de produção (capítulo 3.3.2).

A selecção das tecnologias de produção fez-se com base na análise de recolha, (capítulo 3.3.2) mais aptos para a manufactura de massa.

A inicial selecção qualitativa atendeu aos que parecem levar a melhor resultado, tendo a experiência de massa envolvendo segundo as seguintes bases: a) deposição de camadas; b) vazamento de resina; c) cofragem. A deposição de camadas teve influência na manufactura dos provetes tanto com entulho (matriz Me) como com madeira (matriz Mv). O vazamento de resina teve influência na manufactura do provete com resina de poliéster PET (ligante Lp). A cofragem teve influência na manufactura do provete com cimento (ligante Lc).

Definiu-se na parte de recolha que a melhor solução para a produzir massa (componente 3.35.1, na figura 3.35) foi através dos materiais já testados e seleccionados para a constituição dos componentes arquitectónicos, os quais foram preparados em provetes (figura 4.5) para se experimentarem as tecnologias de produção resultantes da selecção da fase de recolha (figura 3.35).

A selecção quantitativa foi realizada seguidamente mediante a utilização de medidas padrão, de materiais seleccionados (figura 4.6). A determinação das quantidades mais optimizadas fez-se após uma série sequencial de experiências com a utilização dos instrumentos (i.e. componentes, segundo a nomenclatura do presente trabalho) identificados na figura 4.4.

A determinação da presente parte de manufactura baseou-se também na definição de quantidades de material (massa, volume e preço), através de cálculos proporcionais de densidade dos materiais. Após tentativas com várias quantidades / densidade de ligantes e matrizes, concluiu-se que as medidas a experimentar à melhor execução prática seriam (figura 4.6): a) 5g; b) 10g; c) 25g; d) 50g; e) 75g; f) 100g; g) 150g; h) 200g.

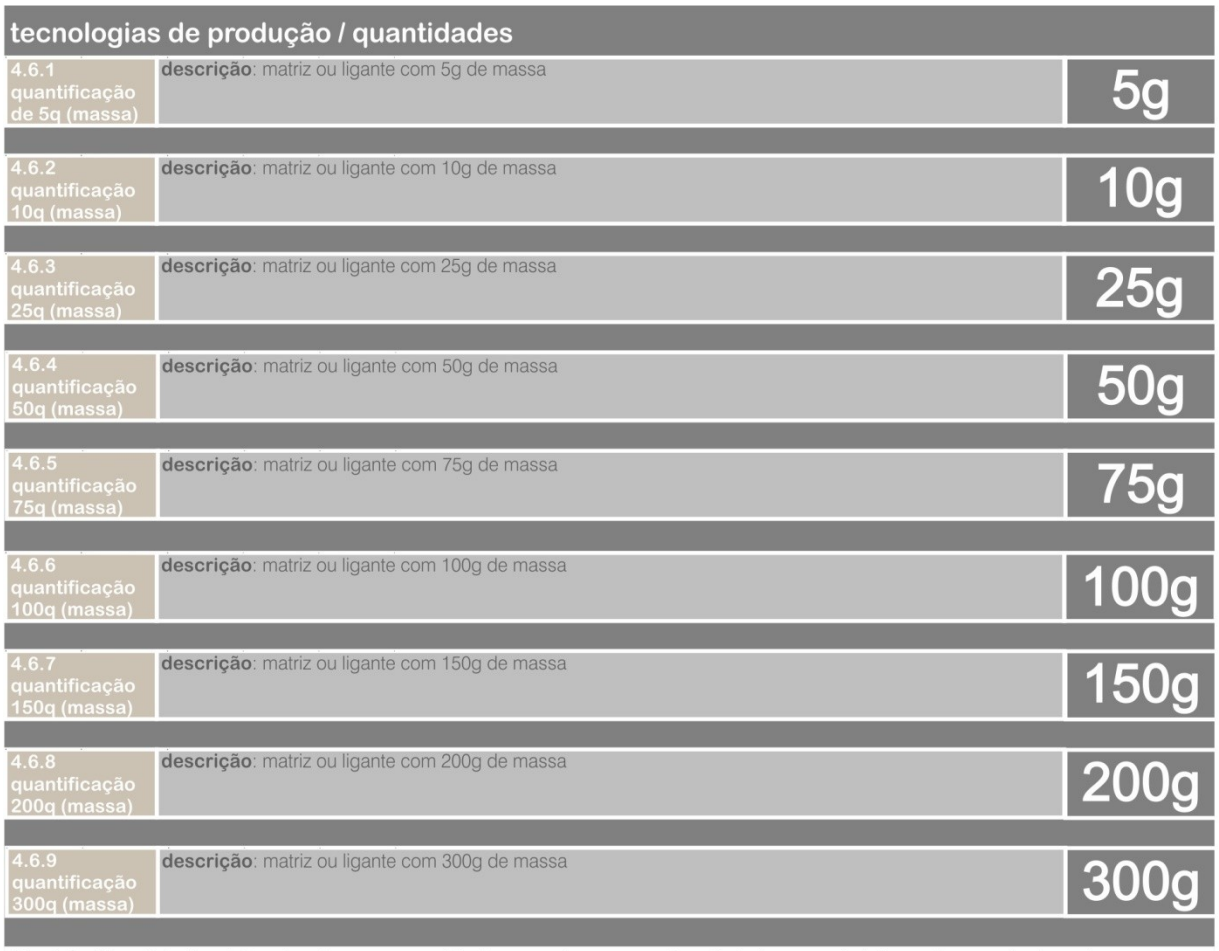


Fig. 4.6 - Quantidades determinadas para a variável massa (em gramas) a nível das características de manufactura dos materiais.

As experiências efectuadas permitiram obter várias considerações: a) os materiais a incluir como constituintes do material composto devem ter granulometrias muito finas (como por exemplo as de areia de sílica) ou devem possuir variações de granulometria de modo a evitar a existência de vazios no interior da composição; b) a espessura dos materiais compostos formulados devem ter um mínimo possível de modo a conseguir manter a sua estabilidade estrutural e evitar a ruptura; c) o uso de resinas poliméricas consiste numa solução cara para a elaboração de grandes dimensões; d) não é possível existirem humidades, pelo que a existência de chuva no local de formação dos componentes dificultará à viabilidade do processo de construção do abrigo; e) o tempo de cura deve ser longo, com um mínimo recomendado de seis horas; f) com o tipo de resina polimérica seleccionada PET (complementada com o acelerador e catalisador) não foi necessário usar forno para a realização da cura e como tal efectuou-se à temperatura ambiente.

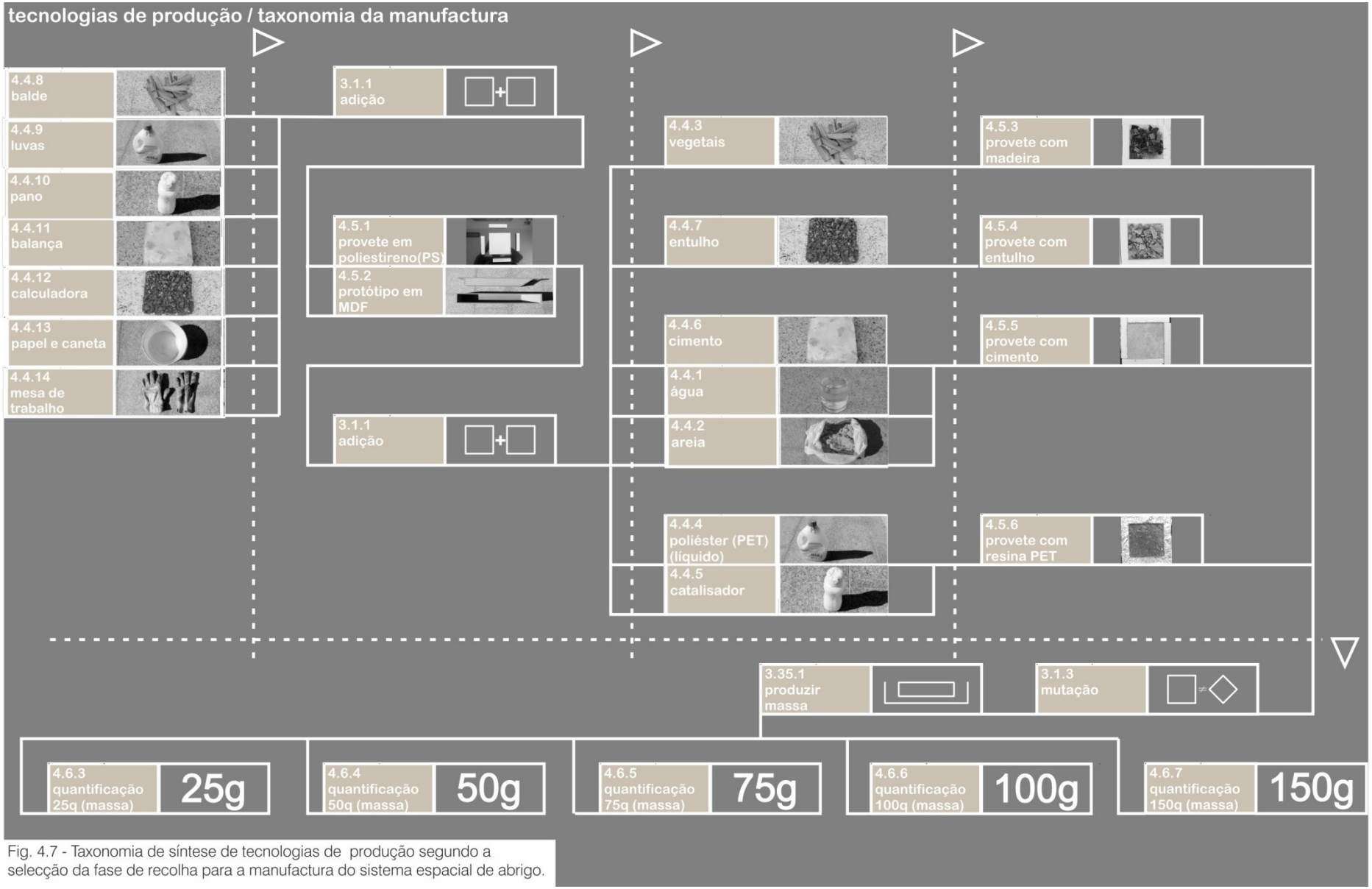


Fig. 4.7 - Taxonomia de síntese de tecnologias de produção segundo a selecção da fase de recolha para a manufactura do sistema espacial de abrigo.

Como referido, as experiências aplicaram as tecnologias de produção adoptadas para a produção de massa envolvente, de acordo com a selecção qualitativa e quantitativa dos processos de manufactura. Tal foi sintetizado sob o modo de uma taxonomia da manufactura (figura 3.3.2.2.).

tecnologias de produção / cálculo da massa

		Mv (Matriz madeira) Lp (Ligante poliéster)			Mv (Matriz madeira) Lc (Ligante cimento portland c25+agua)			Me (Matriz entulho) Lp (Ligante poliéster)			Me (Matriz entulho) Lc (Ligante cimento portland c25+agua)		
		Massa (g)	Volume (L)	Preço €	Massa (g)	Volume (L)	Preço €	Massa (g)	Volume (L)	Preço €	Massa (g)	Volume (L)	Preço €
Molde 0,1x0,1xy m (0≤y≤0,02m)	Matriz	50	0,2	-	50	0,2	-	50	0,1	-	50	0,1	-
	Ligante	25	0,015	0,08	25	0,008	0,001	25	0,015	0,08	25	0,008	0,001
Protótipo 1x1xy m (0≤y≤0,04m)	Matriz	500	2	-	500	2	-	500	1	-	500	1	-
	Ligante	250	0,15	0,8	250	0,08	0,01	250	0,15	0,8	250	0,08	0,01
Molde 0,1x0,1xy m (0≤y≤0,02m)	Matriz	50	0,2	-	50	0,2	-	50	0,1	-	50	0,1	-
	Ligante	50	0,03	0,16	50	0,016	0,002	50	0,03	0,16	50	0,016	0,02
Protótipo 1x1xy m (0≤y≤0,04m)	Matriz	500	2	-	500	2	-	500	1	-	500	1	-
	Ligante	500	0,3	1,6	500	0,16	0,02	500	0,3	1,6	500	0,16	0,2
Molde 0,1x0,1xy m (0≤y≤0,02m)	Matriz	50	0,2	-	50	0,2	-	50	0,1	-	50	0,1	-
	Ligante	75	0,045	0,24	75	0,024	0,003	0,75	0,045	0,24	75	0,024	0,003
Protótipo 1x1xy m (0≤y≤0,04m)	Matriz	500	2	-	500	2	-	500	1	-	500	1	-
	Ligante	750	0,45	2,4	750	0,24	0,03	7,5	0,45	2,4	750	0,24	0,03
Molde 0,1x0,1xy m (0≤y≤0,02m)	Matriz	50	0,2	-	50	0,2	-	50	0,1	-	50	0,1	-
	Ligante	100	0,06	0,32	100	0,032	0,004	100	0,06	0,32	100	0,032	0,04
Protótipo 1x1xy m (0≤y≤0,04m)	Matriz	500	2	-	500	2	-	500	1	-	500	1	-
	Ligante	1000	0,6	3,2	1000	0,32	0,04	1000	0,6	3,2	1000	0,32	0,4
Molde 0,1x0,1xy m (0≤y≤0,02m)	Matriz	50	0,2	-	50	0,2	-	50	0,1	-	50	0,1	-
	Ligante	150	0,09	0,48	150	0,048	0,006	150	0,09	0,48	150	0,048	0,006
Protótipo 1x1xy m (0≤y≤0,04m)	Matriz	500	2	-	500	2	-	500	1	-	500	4,4	-
	Ligante	1500	3,96	4,8	1500	0,48	0,06	1500	0,9	4,8	1500	0,48	0,06

Quadro 1.1 - Resultado das quantidades optimizadas, após uma série de experiências segundo a variação de massa, volume e preço, em proporção com a relação entre matriz / ligante e entre molde / protótipo (componente final).

Como referido as experiências foram realizadas utilizando moldes de poliestireno expandido de 2cm de espessura, obtendo-se moldes de 10x10x2cm, procurando-se determinar a produção de massa envolvente para a manufactura dos provetes e, consequentemente do protótipo final do componente arquitectónico (de 1x1m). Foram pois executados provetes com matriz de madeira (Mv) e entulho (Me), e ligante de cimento (Lc) e resina (Lp).

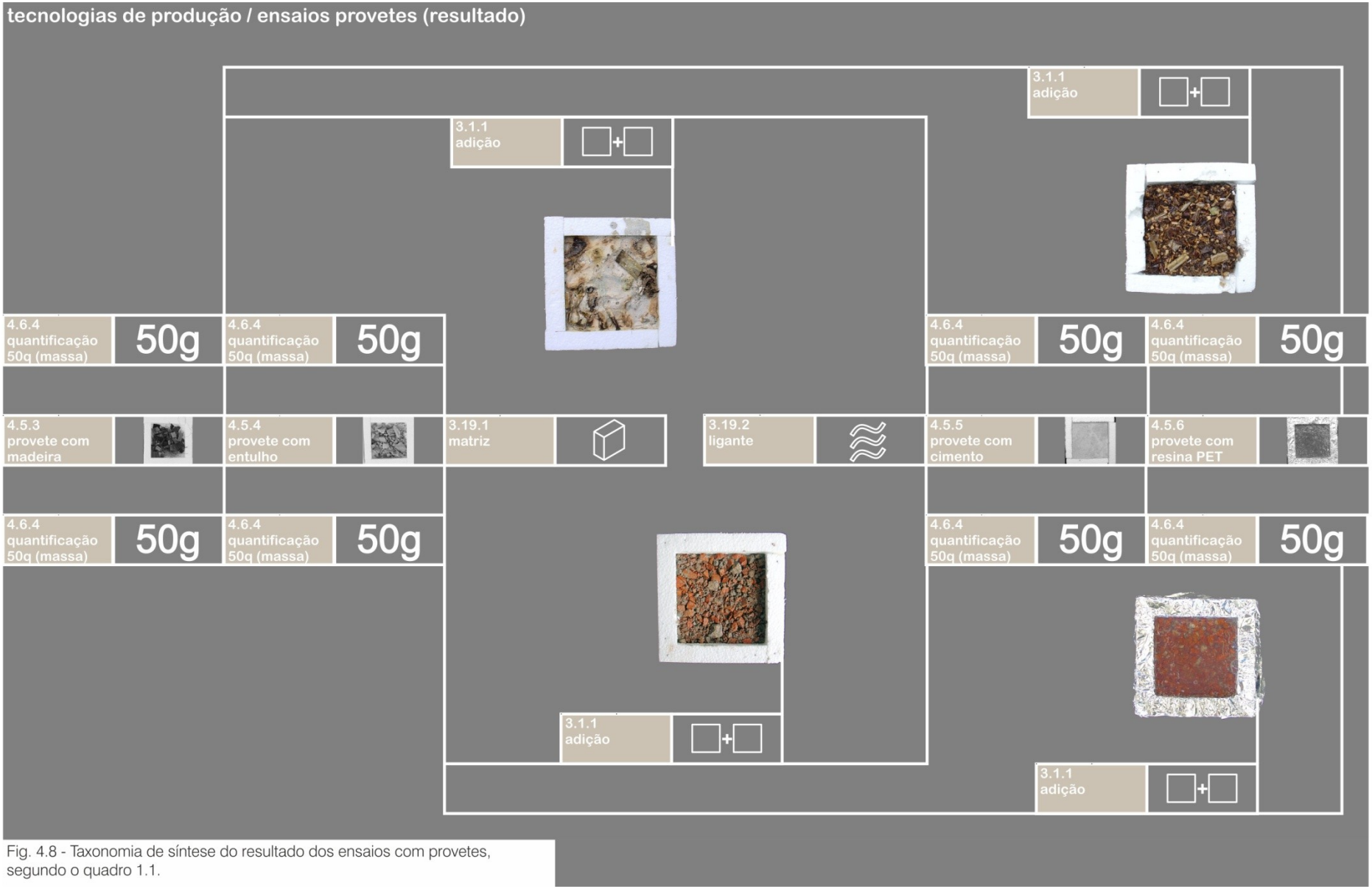


Fig. 4.8 - Taxonomia de síntese do resultado dos ensaios com provetes, segundo o quadro 1.1.

(a título de curiosidade refira-se que estes provetes funcionaram como componentes que por mutação foram combinados entre si segundo diferentes proporções quantitativas e calculadas pela variável massa).

Mediante uma série sequencial de experiências foram optimizadas quantidades através da densidade dos constituintes da massa, experimentando-se os seguintes valores para produção de massa: a) 25g; b) 50g; c) 75g; d) 100g; e) 150g; (quantidade de matriz em múltiplos de 25g). Complementarmente foram calculados os valores de massa (gramas), volume (litros) e preço (euros) enumerados no quadro 1.1.

Por último, e utilizando as composições definidas mediante a realização dos provetes de 10x10cm, concebeu-se a modelação de um protótipo. Este corresponde ao componente arquitectónico que seria produzido com base num molde e contra molde em poliestireno, o que permitiria uma execução rápida, fácil e acessível a qualquer potencial habitante (figura 4.9). Com base neste pressuposto pretendeu-se que a produção da massa para o componente do abrigo utilize materiais compostos (matriz + ligante) pode ser realizado no próprio local de elaboração do abrigo temporário, em qualquer condição climatérica.

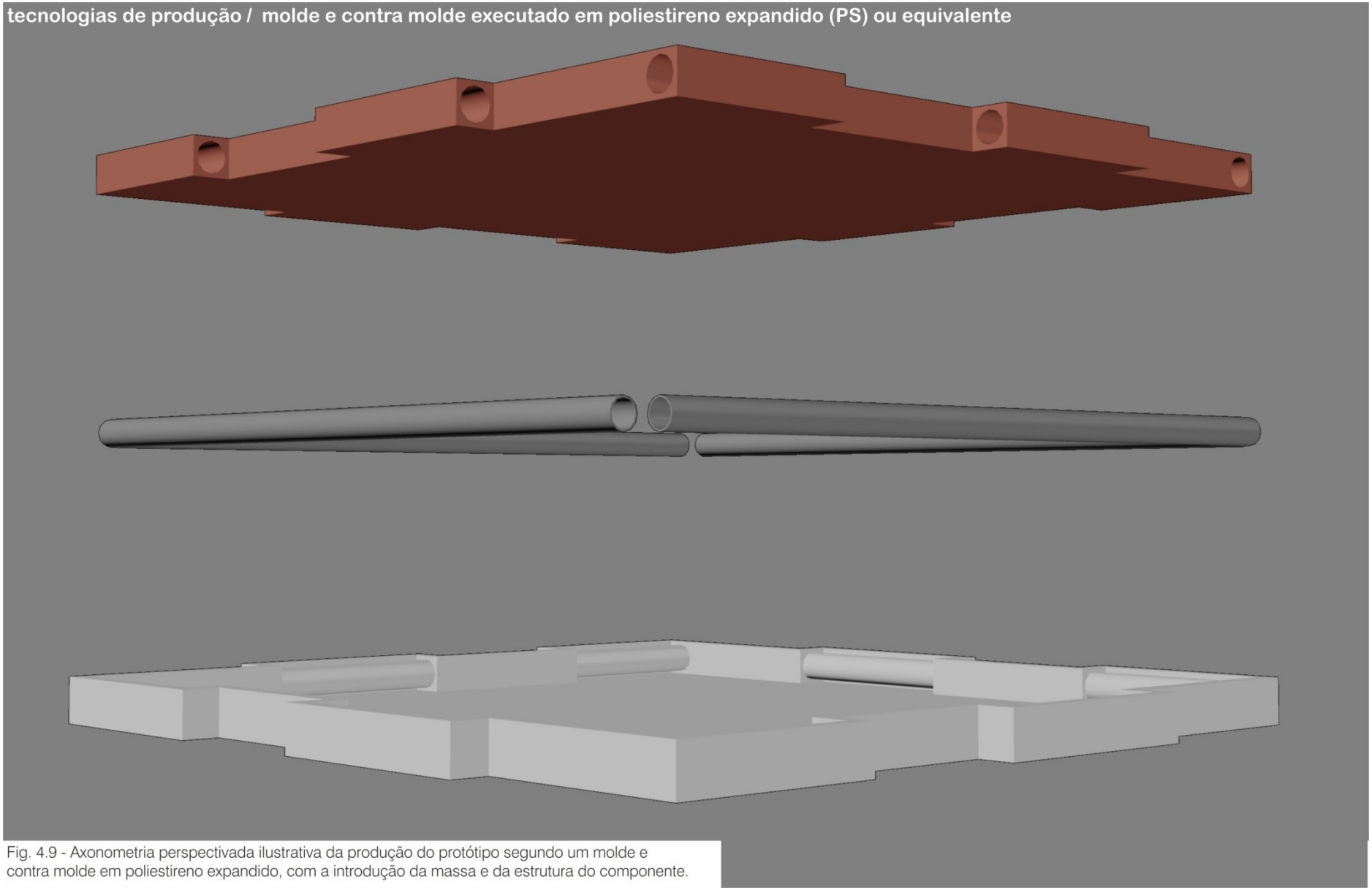


Fig. 4.9 - Axonometria perspectivada ilustrativa da produção do protótipo segundo um molde e contra molde em poliestireno expandido, com a introdução da massa e da estrutura do componente.

4. CONCLUSÃO

O presente capítulo de conclusão pretende sintetizar o trabalho realizado. Este estudo teve por objecto o design de um sistema espacial de abrigo, usando resíduos de construções civis e materiais naturais, com objectivo de servir situações temporárias de abrigo de emergência.

Recorde-se que o projecto e a manufactura artesanal (não industrial) ao longo de muito tempo tiravam partido de recursos da natureza local. Os elementos identificados nas fases de recolha e experiência obtidos em parte com elementos locais (sobretudo os materiais) contradizem uma cultura contemporânea pós-moderna de desperdício e excesso de consumo. Por outro lado, a ênfase actual pelo digital permite que as formas recombinadas através dos ditos componentes descritos neste estudo se traduzam em soluções adaptáveis a um tipo de projecto e manufactura como sistema que pode ser traduzido para a computação (por exemplo, componentes semelhados a bits (1)). Assim o resultado deste estudo como sistema poderá ser transmitido como um código pelas actuais tecnologias de informação e comunicação para solucionar problemas de, por exemplo, causas humanitárias relacionadas com a habitação, embora temporariamente, em qualquer parte do mundo.

O trabalho estruturou-se em três partes. A primeira foi de âmbito teórico, a segunda de âmbito de recolha e a terceira de âmbito experimental.

Na parte teórica pesquisaram-se matérias relacionadas com o objecto e objectivo do trabalho, nomeadamente teorias relacionadas com o design de sistemas espaciais de abrigo. Como resultado final, a teoria dos sistemas foi aplicada no presente trabalho nomeadamente a nível do conceito de taxonomia. Esta parte teórica procurou sintetizar uma metodologia segundo a sistematização com base em diagramas, texto e formas visando investigar aspectos de projecto e manufactura. O estruturalismo esteve presente na ideia de articulação de partes e os símbolos / formas foram dispositivos expressos numa linguagem. O cálculo da forma expressou influência matemática, vendo o design por analogia à combinação de símbolos /

(1) “Bit é a menor unidade de informação que pode ser armazenada ou transmitida, usada na computação e na teoria da informação” (fonte: pt.wikipédia.org, acedido em 7 de Julho 2011). Assemelha-se à noção de componente de informação, tal como foi enunciado neste estudo (nota do autor).

formas, de acordo com regras dadas. A abordagem artesanal da forma serviu como postura base para o projecto e manufactura de componentes. o ecodesign serviu de inspiração base, usando o aproveitamento dos recursos naturais defendido neste trabalho.

O subcapítulo investigação (2.1) interessou-se por enquadrar o contexto actual teórico que marcou o trabalho, procurando entender a relevância da relação teoria / prática, assim como sistematizar uma possível gramática da forma com bricolage no projecto de design. A referência de componente a objectos formais, diagramáticos e textuais (aplicáveis a materiais e tecnologias, tanto artesanais como digitais) foi uma ideia que acompanhou todo o trabalho.

O subcapítulo projecto (2.2) interessou reflectir sobre (antes de passarmos ao desenho) em que consiste o conceito de abrigo (2.2.1) e a ideia de espaço arquitectónico.

O subcapítulo manufactura (2.3) interessou abordar a ideia conceptual de materiais (2.3.1) e de tecnologias de produção (2.3.2).

O capítulo 3 recolheu matérias necessárias à solução, nomeadamente aspectos de projecto e manufactura, definindo-se componentes e aplicáveis numa linguagem taxonómica.

O subcapítulo projecto (3.2.1) introduziu a ideia de componentes (de usos, de zonas de abrigos por analogia à habitação e seu dimensionamento, e à ideia de assemblagem) (2.2.1)). Seguidamente (3.2.2) contemplou-se o conceito de modelação espacial do abrigo.

No subcapítulo (3.3.1) centrou-se o estado de materiais e tecnologias de produção (3.3.2).

O capítulo 4 introduziu uma abordagem mais prática de recolha, fazendo referência às três partes envolvidas - investigação, projecto e manufactura – assim como as de utilização de desenhos de síntese.

O subcapítulo projecto visou a aplicação da anterior recolha de componentes (4.3.1) e modelação (4.2.2).

O subcapítulo manufactura visou a aplicação da anterior recolha na definição específica dos materiais (4.3.1) e tecnologias de produção (4.3.2) que sustentam a solução formal apresentada do abrigo.

Em síntese, nesta parte de concretização compreendeu a aplicação dos resultados da recolha permitindo conceber o design propriamente dito dos componentes arquitectónicos. A dita linguagem operativa resultou da aplicação da recolha efectuada, ao nível do projecto e manufactura neste ponto da parte de experimentação / concretização.

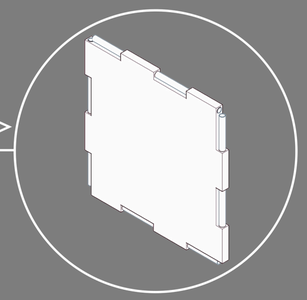
Recorde-se que a experimentação / concretização com materiais efectuada na presente parte prática permitiu concretizar a ideia inicial de aproveitar resíduos e materiais abundantes

4.1. conclusão / selecção sequencial e operativa de componentes (segundo tempos faseados)

gramática da forma + linguagem + sistema + texto, diagrama, forma + eco-design + abrigo + taxonomia = decomposição + recombinação

3.3 formas possíveis

- 3.3.1 regular
- 3.3.2 irregular
- 3.3.3 circular
- 3.3.4 sinuoso
- 3.3.5 pavimento
- 3.3.6 muros
- 3.3.4 combinação

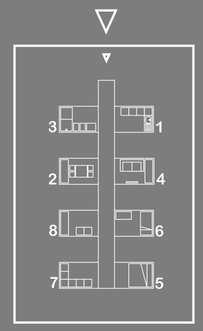


projecto / componentes (experiência)

tempo 1

3.6 áreas

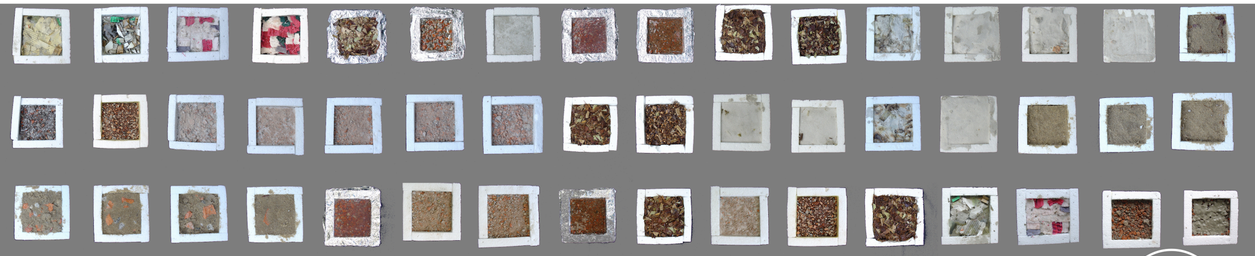
- 3.6.1 cozinhar
- 3.6.2 comer
- 3.6.3 necessidades higiénicas
- 3.6.4 estar
- 3.6.5 dormir 2x
- 3.6.6 dormir 1x
- 3.6.7 arrumar
- 3.6.8 lavar

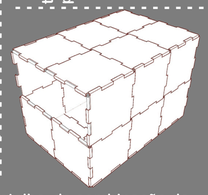


projecto / modelação (experiência)

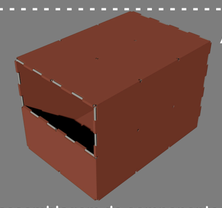
tempo 2

testes efectuado em ensaios com provetes para selecção final

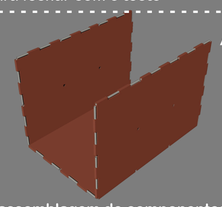




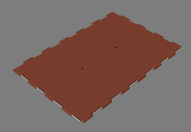
4 detalhe da combinação de componentes por união



3 assemblagem de componentes para fechar com o tecto

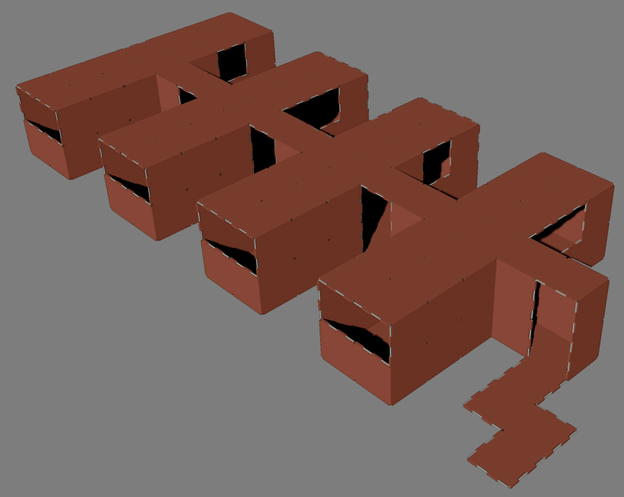


2 assemblagem de componentes para levantar as paredes



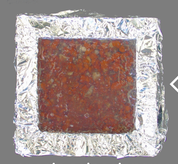
1 assemblagem de componentes para assentar o pavimento

tempo 10



simulação espacial

tempo 11



ensaio seleccionamo entulho + pet

Me

Lp



ensaio seleccionamo entulho + cimento

Me

Lc



ensaio seleccionado madeira + pet

Mv

Lp



ensaio seleccionamo madeira + cimento

Mv

Lc

tempo 9

3.20+3.21+3.22 materiais

- 3.14.1 arenito
- 3.14.2 calcário
- 3.14.3 granito
- 3.14.4 mármore
- 3.14.5 ardósia
- 3.14.4 poliestireno (PS)
- 3.15.1 madeira de pinheiro
- 3.15.2 madeira de carvalho

3.19.1 matriz

tempo 3

3.20+3.21+3.22 materiais

- 3.15.1 acrílico
- 3.15.2 poliamida (PA)
- 3.15.5 acri. butadieno estireno (ABS)
- 3.15.6 epoxy
- 3.15.7 polyester (PET)
- 3.15.6 cimento
- 3.15.7 gesso
- 3.15.8 argila

3.19.2 ligante

tempo 4

3.18.1 massa

tempo 5

3.20+3.21+3.22 materiais

- 3.14.1 aço inox
- 3.14.3 liga de cobre

3.18.2 estrutura

tempo 6

3.32+3.33+3.34 tecnologias de produção (recolha)

- 3.23.1 fundição injectada
- 3.23.2 fundição por cera perdida
- 3.23.3 fundição por areia
- 3.24.2 pultrusão
- 3.24.3 deposição de camadas
- 3.25.1 extrusão
- 2.3.2.5.3. vazamento de resina
- 3.28.1 impressão 3D
- 3.24.3 deposição de camadas
- 3.29.1 cofragem

3.35.1 produzir massa

tempo 7

4.4 elementos de composição

- 4.4.3 vegetais
- 4.4.7 entulho
- 4.4.6 cimento
- 4.4.1 água
- 4.4.2 areia
- 4.4.4 poliéster (PET) (líquido)
- 4.4.5 catalisador

4.5.3 provete com madeira
4.5.4 provete com entulho
4.5.5 provete com cimento
4.5.5 provete com resina PET

4.6.4 quantificação 50kg (massa)

50g

Mv
Me
Lc
Lp

tempo 8

para serem decompostos e recombinados em componentes arquitectónicos expeditos e de baixo custo. A experimentação com aplicação de tecnologias de produção efectuada na presente parte prática permitiu concretizar a produção de massa envolvente em provetes para determinação de melhores soluções viáveis a utilizar numa manufactura de um protótipo.

No âmbito desta conclusão interessou uma sistematização que revestisse os temas concretizados neste momento: a) referência aos temas / componentes seleccionados da parte teórica; b) enquanto referência aos obtidos nas partes práticas de recolha e experiência. Em suma, vários aspectos foram sendo seleccionados ao longo da prova quanto às áreas projecto e manufactura, selecção esta que foi feita com diagrama, forma e texto.

A referida selecção sequencial e operativa de componentes resulta no diagrama taxonómico síntese que se apresenta seguidamente (figura 5.1). Este expressa como um esquema teórico (de influência estruturalista), que pretende sistematizar uma linguagem operativa para a construção do abrigo (em árvore). Esta mesma linguagem conduz a resultados formais que se procuraram para este tipo de projectos específicos para abrigos de emergência, revelando influência da desejada conjugação do industrial / artesanal e do ecodesign.

Em suma, mais que um único projecto, apresenta-se um processo simplificado que se julga mais apto à elaboração de abrigos temporários no próprio local, com recursos locais por qualquer habitante (modos artesanais, analógicos e de baixa tecnologia), e que pode dar lugar a múltiplas soluções conforme as necessidades.

Recorde-se que todo o estudo no campo do design industrial e arquitectura teve como fio condutor procurar um sistema de concretização rápida, barata e eficaz para resolver a necessidade humana básica de habitar. Como tal apresenta-se para além da dita linguagem / processo projectual também uma simulação em imagens que ilustram duas soluções possíveis de sistema de abrigos permitidos pelo processo definido (figura 5.2. e figura 5.3.). Referira-se que tal pode servir várias necessidades e decorrer de situações adversas (servir o domínio de acção social, etc.).

Como a reflexão final do trabalho, para além do sistema de abrigo apresentado, interessa-nos referir que, à semelhança da própria sociedade contemporânea, também o projecto e a manufactura no design passam a depender em grande medida de uma condição de flexibilidade e adaptabilidade. O estudo pretende sistematizar um processo que possa levar a um produto que sirva necessidades sociais, mediante um processo e sequência conceptiva do

abrigo apresentado, que pode ser usado por habitantes necessitados. O processo definido sistematizou a informação constituindo-se como um manual de instruções (figura 5.1). Baseou-se na ideia de recorrer a pessoas e bens locais, para a obtenção de componentes arquitectónicos que conformam um abrigo de emergência flexível e facilmente acessível e executável.



Fig. 5.2 - Simulação de um sistema espacial de abrigo com componentes materializados com matriz de entulho (Me), aplicado a um contexto oriundo de uma situação de calamidade.



Fig. 5.3 - Simulação de um sistema espacial de abrigo com componentes materializados com matriz de madeira (Mv), aplicado a um contexto oriundo de uma situação de calamidade.

5. BIBLIOGRAFIA

A norma bibliográfica adoptada foi a do formato da Publication manual of American Psychological Association (APA)[1].

GERAL

Alexander, C. (1971) "*Notes on the synthesis of form*", Harvard press, New York.

Alexander, C. (1980) "*A pattern language*", Ggili, Barcelona.

Araújo, R. (2005) "*Hormigón prefabricado y construcción en altura*", In Tectónica, Vol. 5, Madrid.

Ashby, M. (2008) "*Materials and the environment*", Elvsevier, Londres.

Ashby, M. Jonhson, K. (2002) "*Materials and design*", Elsevier, Londres.

Ashby, M. (1992) "*Materials selection in Mechanical Design*", Elsevier, Londres.

Bahamón, A. Cañizares, A. (2008) "*Iglu*", Argumentum, Lisboa.

Barbero, S. Cozzo, B. (2009) "*Ecodesign*", Tandem, Madrid.

Beim, A. (2004) "*Tectonic visions in architecture*", KAF, Berlim.

Brito, J. (2009) "*Ecomateriais e sua incorporação na construção*", In Congresso Teccon 2009, Porto.

Ching, F. (1998) "*Arquitetura: Forma, espaço e ordem*", Martins fontes, São Paulo.

Costa, J. (2010) "*Gestão de marketing*", Escolar editora, Lisboa.

Echavarría, P. (2008) "*Arquitectura portátil*", Links, Londres.

Egea, J. (2007) "*La historia de aqui*", In Tectónica, Vol. 5, Madrid, pp. 4-13.

Eiras, C. (2007) "*Encuentro com el terreno*", In Tectónica, Vol. 23, Madrid, pp. 5-10.

Frampton, K. (1999) "*Estudios sobre cultura tectónica*", Akal, Madrid.

Furtado, G. (2009) "*Modelação geométrica, manufactura e construção assistida por computador*", In Arq/a, Lisboa. pp. 64-69

Grimes, G. (1992) "*Composite materials - testing and design*", ASTM, Madrid.

Grinda, E. (1996) "*El hormigón armado in situ*", In Tectónica, Vol. 3, Madrid.

Holister, G. Thomas, C. (1996) "*Fibre reinforced materials*", Elsevier, Londres.

Kalamkarov, A. (1992) "*Composite and reinforced elements of const*", Wiley, Londres.

Kelly, A. Zweben, Carl. (2000) "*Comprehensive composite materials*", Vol. 6, Elsevier, Londres.

[1] A fonte de informação foi oriunda da seguinte publicação: Pereira, A. Poupa, C. (2008) Como escrever uma tese. Lisboa. Edições Sílabo, pp. 72-73

Kim, J. Mai, Y. (1998) "*Engineered interfaces in fiber reinforced composites*", Elsevier, Londres.

Lindon, D. (2004) "*Mercator XXI – teoria e prática do marketing*", Dom Quixote, Lisboa.

Lino, F., Braga, F., Simão, M., Neto, R., Duarte, T. (2001) "*Prototipagem rápida*", Protoclick, Porto.

Liu, Y. Lim, C. (2009), "*New tectónics - towards a new theory of digital architecture*", Birkhäuser, Basileia.

Luzardo, José. (1996) El color del hormigón. In Tectónica, Vol. 3, Madrid.

Mallick, P. (1988) "*Fiber reinforced composites*", Dekker, Londres.

Mana, F. (2002) "*Alternativas a la construcción convencional de vivendas*", Itec, Madrid.

Matos, J, Craveiro, F. Ferreira, N. (2009) "*Prototipagem rápida*", In Congresso Teccon Feup, Porto.

Meyer-Bohe, W. (1967) "*Prefabricación: construcción*", Blume, Madrid.

Montaner,J. (2008). "*Sistemas arquitectónicos contemporâneos*", Ggili, Barcelona.

Morales, I. (2002) "*Territórios*", Gustavo Gili, Barcelona.

Müller, W. Vogel, G. (1997) "*Atlas de arquitectura*", Alianza, Madrid.

Nesbitt, K. (2006). "*Uma nova agenda para a arquitectura*", Cosacnaify, São Paulo.

Nesbitt, K. (2010) "*Constructing a new agenda - architectural theory 1993-2009*", Princeton architectural press, New York.

Pallasmaa, J. (2007) "*Questions of perception: Phenomenology of architecture*", William K Stout, New York.

Pereira, A. Poupa, C. (2008) "*Como escrever uma tese*", Edições Sílabo, Lisboa, pp. 24-80.

Ribeiro, V. (2008) "*Materiais, sistemas e técnicas de construção tradicional*", Afrontamento, Porto.

Rodriguez, G. (1987) "*Manual del diseño* industrial", Ggili, Barcelona.

Schulz, C. (1998) "*Intenciones en arquitectura*", Ggili, Barcelona.

Stiny, G. (2006) "*Shape - talking about seeing and doing*", Mit Press, Cambridge.

Thompson, R. (2007) "*Manufacturing processes*", Thames and Hudson, Londres.

Tomé, A. (2006) "*Arquitectura de pré-fabricação*", Prova Final para licenciatura em Arquitectura, Universidade do Porto.

INTERNET

http:// informatica.hsw.uol.br, acedido em 19 de Novembro de 2010

http://constructionwaste.sustainablesources.com, acedido em 10 de Janeiro de 2010

http://en.wikipedia.org, acedido em 10 de Janeiro de 2010

http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_circuit, acedido em 7 de Outubro de 2009

http://www.centrodaterra.org, acedido em 9 de Setembro de 2010

http://www.civil.ist.utl.pt, acedido em 6 de Outubro de 2009

http://www.foamonline.com, acedido em 25 de Outubro de 2009

http://www.grantadesign.com, acedido em 6 de Outubro de 2009

http://www.metalfoam.net, acedido em 26 de Outubro de 2009

http://www.pontoverde.pt, acedido em 19 de Novembro de 2009